Palat. XLVII-16

8.972

TRAITÉ
DE L'OPINION.

TOME CINQUIE'ME.

DE LA GEOMETRIE;
DE LA PHYSIQUE,
ET DE L'ASTRONOMIE.

TRAITÉ HISTORIQUE ET CRITIQUE DE L'OPINION.

Par M. GILBERT-CHARLES LE GENDRE,
Marquis de S. Aubin-ſur-Loire, ci-devant Maître des Requêtes.

Troiſiéme Edition, revûë, corrigée & augmentée.

TOME CINQUIE'ME.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE NAPOLI

A PARIS,
Chez BRIASSON, ruë S. Jacques, à la Science & à l'Ange Gardien.

M D C C X L I.
Avec Approbation & Privilége du Roi.

TABLE DES CHAPITRES DU CINQUIE'ME TOME.

LIVRE CINQUIE'ME. PARTIE PREMIE'RE.

De la Géométrie & de la Physique.

CHAPITRE I. *De la Géométrie.* Pag. 1
Nouvelle méthode d'un calcul différentiel. 46

CHAP. II. *De la Physique ancienne & moderne.* 75
Comparaison des Philosophies de des Cartes & de Newton. 556

PARTIE SECONDE.

De l'Astronomie. 566

AVERTISSEMENT.

P. 178. lign. 28. de la force, *lisez*, des forces vives. P. 195. lign. 18. C'est parce que, *lisez*, c'est que. lign. 22. parce que, *lisez*, lorsque, P. 412. lign. 12. *Après ce mot*, douloureuse, *inserez cette addition d'expérience extraite de l'Académie des Sciences*, ann. 1737. Si l'on enveloppe d'amadou le doigt ou le métail plongés dans l'atmosphére électrique, la lumiére n'est plus vive & étincelante comme auparavant; c'est une lumiére douce, uniforme. Ainsi l'on n'est pas encore parvenu à réduire cette lumiére en un feu actuel & boulant. P. 423 lign. 7. la couper, *lisez*, le couper.

ERRATA.

P. 189. lign. 21. péfanteur, *lisez*, pesanteur.

TRAITE'

TRAITÉ HISTORIQUE ET CRITIQUE DE L'OPINION.

LIVRE CINQUIE'ME.

PARTIE PREMIE'RE.

DE LA GEOMETRIE ET DE LA PHYSIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

De la Géometrie.

L'OPINION ne devroit avoir aucune priſe ſur les Mathématiques. Elles ſe vantent (1) d'être les ſeules ſciences humaines, qui aïent la certitude en par-

Différence de la ſcience & de l'art.

(1) Si verò nobilitas atque præſtantia ſcien-

tage : & c'eſt, à ce qu'elles prétendent, la raiſon pour laquelle elles portent un nom, qui ſignifie ſimplement la Science, (1) comme qui diroit la Science par excellence.

S. Auguſtin (2) appelle Science une diſcipline, qui a des Principes certains, & dont les conſéquences conduiſent infailliblement à la vérité. Suivant Galien, la Science eſt une connoiſſance aſſûrée & immuable, en ſorte qu'il rejette la Philoſophie, & la Médecine du nombre des Sciences.

Galen. Introd. c. 5.

Platon & Ariſtote, au rapport (3) de S.

tiæ ex certitudine demonſtrationum quibus nititur, ſit judicanda, haud dubiè Mathematicæ diſciplinæ inter cœteras omnes principem habebunt locum. Demonſtrant enim omnia de quibus ſuſcipiunt diſputationem firmiſſimis rationibus, confirmantque ità ut verè ſcientiam auditoris in animo gignant, omnemque prorsùs dubitationem tollant. *Clav. Prolegom. ad Euclid.*

(1) Μάθημα, *en Grec ſignifie Science.*

(2) Primò ego ſcientiam non appello, in quâ ille, qui eam profitetur, aliquandò fallitur: ſcientia enim non ſolùm comprehenſis, ſed ità comprehenſis rebus conſtat, ut neque in eâ quiſquàm errare, nec quibuſlibet adverſantibus nutare debeat. *S. Aug. contra Academicos, lib. 1. c. 7.*

(3) Inter artem & diſciplinam Plato & Ariſtoteles hanc differentiam eſſe voluerunt, dicentes artem eſſe in iis, quæ ſe & aliter habere

Iſidore, mettent cette différence, entre l'art, & la ſcience, que l'art conſiſte dans les choſes vraiſemblables, & problématiques : au lieu que le terme de ſcience ne convient, qu'à celles qui ne ſont pas ſuſceptibles de ſentiments oppoſés.

Malgré la prétention des Mathématiques, de joüir ſeules du nom & du titre de ſciences, ce nom & ce titre leur ont eté refuſés par ceux qui ont ſoutenu qu'elles étoient les clefs des ſciences, mais non pas des ſciences elles-mêmes. Le titre de Science refuſé aux Mathématiques.

En effet la Géométrie ſpéculative & pratique, le calcul par les chiffres & par les lettres, ſont des principes utiles pour acquérir pluſieurs connoiſſances ; mais auſſi-tôt que vous paſſez à l'application de ces principes, vous ſortez des Mathématiques, ou leur certitude vous abandonne ; car la Muſique, la Peinture, l'Optique, l'Aſtronomie, la Géographie, la Navigation, l'Architecture civile & militaire, joignent aux principes certains qu'elles tirent des Mathématiques, ce que l'opinion a de douteux, & ce que

poſſunt : diſciplina verò eſt quæ de his agit quæ aliter evenire non poſſunt. Nam quandò veris diſputationibus aliquid aſſeritur, diſciplina erit, quandò aliquid veriſimile atque opinabile tractatur, nomen artis habebit. *S. Iſid. origin. lib. 3. c. 1.*

le goût a d'arbitraire : ainſi il faut convenir que les Mathématiques, ou ne ſont que les clefs des ſciences, & une ſimple introduction à la ſcience, qui n'eſt pas la ſcience même ; ou ſi l'on veut les étendre plus loin, qu'elles ne ſont pas des ſciences, en prenant ce terme dans ſon ſens étroit, puiſque la certitude ne les accompagne plus.

Le fruit des autres ſciences, dit Quintilien (1), *ſe perçoit, quand on les poſſéde: mais les Mathématiques ne font que diſpoſer l'eſprit, & le rendre plus capable de ce qu'il apprend par la ſuite.*

Sénéque (2) fait peu de cas des Mathématiques, *parce qu'elles ſont ſuperficielles, pour ainſi dire ; bâtiſſant ſur le fond d'autrui, & ne pouvant conduire par elles-mêmes à la vérité.* Cet Auteur entend par

(1) In Geometriâ partem fatentur eſſe utilem teneris ætatibus : agitari namque animos, atque acui ingenia, & celeritatem percipiendi venire inde concedunt : ſed prodeſſe eam, non ut cœteras artes, cùm perceptæ ſint, ſed cùm diſcatur, exiſtimant. *Quintil. inſtit. lib. 1. c. 10.*

(2) Mathematica, ut ità dicam, ſuperficiaria eſt, in alieno ædificat, aliena accipit principia, quorum beneficio ad ulteriora perveniat : ſi per ſe iret ad verum, ſi totius orbis naturam poſſet comprehendere, dicerem multùm collaturam mentibus noſtris, &c. *Sen. epiſt. 88.*

la vérité, des connoiſſances de pratique & d'uſage ; car il eſt inconteſtable que des démonſtrations de Géométrie, d'Algébre, ou d'Arithmétique ſont des vérités. Mais on ne peut faire aucune application de ces principes, ſans altérer & corrompre leur certitude, ou par l'incapacité de celui qui les emploie, ou par le défaut de l'objet auquel on les applique, ou par l'imperfection des inſtruments dont on ſe ſert.

Objections contre la Géométrie.

Quelques ſçavants ont donné plus d'effort à leur critique ; non contents de nier la certitude dans l'application, & l'uſage des Mathématiques, ils ont attaqué la Géométrie elle-même ; & au rapport de Jean-François Pic comte de la Mirandole (1), ils l'ont traitée de vaine, illuſoire, fondée ſur des chiméres, telles que des points, des lignes, & des ſuperficies, qui n'exiſtent ni ne peuvent exiſter.

Hobbes a écrit un traité contre le faſte des Géométres. Il ſoutient que les livres

(1) Ac multi quidem à Geometriâ exorſi tollere illam de medio procurarunt, ſublatis omnibus, quæ ipſi ſupponunt nec probant ; principiaque omnia unicâ negatione, tamquàm falcis tractu diſſecuere, ac definitionem puncti, lineæ, ſuperficiei, corporis, non magno (ut ipſi putant) labore ſubſtulere. *Joan. Franciſc. Pic. Mirandul. in exam. vanit. doctr. gent. lib.* 1. *c.* 7.

des Mathématiciens ne ſont pas(1) moins ſujets à l'erreur, que des ouvrages de Phyſique, ou de Morale. Il critique les définitions du premier livre des Eléments d'Euclide, & il prétend que la plûpart de ces définitions vitieuſes ſont des obſtacles à trouver les ſolutions de pluſieurs problêmes.

Adv. mathem. lib. 3. & lib. 8. c. de corpore.

Sextus Empiricus a critiqué les principes de la Géométrie. » La longueur, » largeur, & profondeur, dit-il, ſont » corporelles, ou incorporelles; ſi elles » ſont corporelles, elles ſont donc des » corps en les prenant ſéparément, & » tout corps n'eſt pas un compoſé de lon- » gueur, largeur, & profondeur; ſi el- » les ſont incorporelles, il eſt impoſſible » que l'aſſemblage des choſes incorpo- » relles forme des corps. Si les lignes & » les ſurfaces; ſi la longueur, largeur, » & profondeur, ne ſont point des corps, » tout le fondement de la Géométrie eſt » ruineux, & ſi les principes en ſont faux, » aucun théorême ne peut ſubſiſter. «

Bayle a renouvellé ces anciennes objections de Sextus Empiricus. » Il y a, » dit-il, dans les Mathématiques un dé-

(1) Non minorem eſſe dubitandi cauſam in ſcriptis Mathematicorum, quàm in ſcriptis Phyſicorum, Ethicorum, &c. *Hobb. de faſtu Geometrarum.*

» faut (1) irréparable & très-énorme ;
» car c'eſt une chimére qui ne ſçauroit
» exiſter. Les points Mathématiques, &
» par conſéquent les lignes & les ſurfa-
» ces des Géométres, leurs globes, leurs
» axes ſont des fictions qui ne peuvent
» jamais avoir aucune exiſtence: elles ſont
» donc inférieures à celles des poëtes ;
» car celles-ci pour l'ordinaire n'enfer-
» ment rien d'impoſſible. Elles ont pour
» le moins la vraiſemblance & la poſſi-
» bilité. «

Bayl. Dict. Not. D. ſur Zénon Epicurien.

La réponſe à ces ſubtilités eſt que le Géométre n'examine pas, ſi les points, les lignes, & les ſurfaces exiſtent ou non ; il lui ſuffit de les conſidérer de l'entendement, auſſi bien que la longueur, largeur, & profondeur, qui n'exiſtent pas ſéparément ; mais que l'entendement peut diviſer, en faiſant abſtraction d'une ou de deux de ces dimenſions ; & alors il les regarde comme des dimenſions idéales, dont l'aſſemblage forme les corps. Les principes de la Géométrie ſont uniquement intelligibles comme les nombres. Les Géométres ne ſuppoſent point

(1) *C'eſt auſſi le ſentiment de Huet* : Iniqua dixi poſtulata Geometrarum, qui ea ſibi concedi volunt, quæ nec facta ſunt unquàm, neque futura, neque arte humanâ fieri poſſunt. *Huet. demonſtr. evang. præfat.*

qu'il y ait des lignes ſans largeur, où des ſurfaces ſans profondeur ; mais ils conſidérent la longueur ſans faire attention à la largeur : comme lorſqu'un Géométre meſure la longueur d'un chemin d'une ville à une autre, il ne meſure que cette longueur, quoiqu'il ſçache bien qu'il eſt impoſſible que ce chemin ſoit ſans aucune largeur.

Les Mathématiciens définiſſent fort bien la ligne & la ſurface ; car elles donnent quelque priſe à l'imagination. J'entens qu'une ligne eſt une longueur ſans largeur, & qu'une ſurface eſt une largeur & une longueur ſans profondeur. Mais quant au point, les Mathématiciens, après Euclide, le définiſſent mal, *ce qui n'a point de parties.* Cette définition eſt ſi vague qu'elle eſt appliquable à tous les eſprits créés & au Créateur lui-même ; & à moins que d'être prévenu qu'on veut parler d'un point mathématique, jamais cette définition ne préſentera à l'eſprit ce qu'on entend définir. A la vérité, on peut ſe figurer aiſément l'embarras où les Mathématiciens ſe ſont trouvés pour définir le point : ils vouloient parler d'une meſure qui ne donne aucune priſe à l'imagination, & qui ne préſente à l'entendement aucune grandeur matérielle, aucune étenduë en aucun ſens, ni qui puiſſe

entrer même par abſtraction dans la compoſition d'un corps. Il y a cette différence entre le point & la ligne, que la ligne eſt appliquable par abſtraction à une ſubſtance matérielle, au lieu que le point n'eſt appliquable qu'à une ſubſtance dont nous n'avons aucune idée, & qui ne ſeroit pas eſſentiellement multiple. Le point doit donc être défini, *une meſure idéale ſi ſimple qu'elle n'a point de parties.*

Quoique la préciſion Géométrique ne puiſſe pas être exécutée, (comme Agrippa l'objecte encore) elle eſt très-utile dans la ſpéculation, ſoit pour former l'eſprit par la certitude des démonſtrations, ſoit pour nous conduire à la plus grande préciſion à laquelle nous puiſſions parvenir dans les grandeurs réelles. *De vanit. ſcientiar. c. 11.*

» Il eſt impoſſible, ajoûte Sextus Em-
» piricus, de couper une ligne en deux
» parties égales; car on la ſuppoſe de
» cinq points; or les Mathématiciens en-
» ſeignent que le point eſt indiviſible;
» donc cette ligne ne peut être coupée en
» deux parties égales, puiſqu'il y auroit
» trois points d'un côté, & deux de l'au-
» tre, ou qu'il faudroit couper le point,
» qui eſt indiviſible. On ne peut, par la
» même raiſon, diviſer également le cer-
» cle en deux hémiſphéres, puiſqu'il fau-
» droit partager le point, qui eſt au cen-

» tre. « Il eſt aiſé de répondre que le point n'exiſte pas réellement, & que par conſéquent il ne peut faire une inégalité dans la ſection d'un corps.

Joſeph Scaliger a été au ſolide, & a prétendu relever des paralogiſmes dans Euclide, & dans Archiméde; mais il a échoué lui-même dans ſes raiſonnements, il a imité le ſerpent, (1) qui avoit entrepris de ronger la lime, & il a paru qu'il critiquoit ce qu'il (2) n'entendoit pas.

Il ne croïoit pas, qu'un bel eſprit pût être (3) grand Mathématicien. Il demandoit, pour cette ſcience, des eſprits lourds & patients. Le Cardinal du Perron appelloit *un eſprit perdu* celui qui ſe livre aux difficultés des Mathématiques. Mais Pythagore, Platon, Euclide, Archiméde, & tant d'autres excellents Géomé-

(1) . . . . & fragili quærens illidere dentem; Offendet ſolido. *Hor.*

(2) Ne quod pleriſque accidit, damnent quæ non intelligunt. *Quintil.*

(3) *Joſeph Scaliger parle ainſi de Clavius & des Mathématiques.* Putabam Clavium eſſe aliquid. *Il eſt confit en Mathématiques*, ſed nihil aliud ſcit. Eſt Germanus; *un eſprit lourd & patient*; & tales debent eſſe Mathematici. Præclarum ingenium non poteſt eſſe magnus Mathematicus. *Scaligeran. Il faut de la patience en géométrie: il en faut pour produire du beau en tout genre.*

tres, ont été des eprits du premier ordre. Platon eſtimoit tellement la Géométrie, qu'il avoit écrit ſur ſa porte: *Qu'il n'entre ici, que des Géométres.* *Tzetz. Chil. 8. hiſt. 249.*

S. Evremond attaque les Mathématiques par le travail qu'elles coutent, & l'application qu'elles demandent. » Quand » je ſonge, dit-il, aux profondes médi- » tations que les Mathématiques exigent: » comme elles vous tirent de l'action & » des plaiſirs, pour vous occuper tout » entier, ſes démonſtrations me ſemblent » bien chéres, & il faut être fort amou- » reux d'une vérité pour la chercher à ce » prix-là. Vous me direz que nous avons » peu de commodités dans la vie, peu » d'embelliſſements dont nous ne leur » ſoïons obligés. Je vous l'avouërai in- » génuëment, il n'y a point de louanges » que je ne donne aux grands Mathéma- » ticiens, pourvû que je ne le ſois pas. » J'admire leurs inventions, & les ouvra- » ges qu'ils produiſent; mais je penſe » que c'eſt aſſez aux perſonnes de bon » ſens de les ſçavoir emploïer: car à par- » ler ſagement, nous avons plus d'inté- » rêt à joüir du monde qu'à le connoître. *Jugemens des Scienc. dans les œuv. mêl.*

Archiméde ſe donnoit ſi peu de relâche, que lorſqu'il ſe frottoit le corps d'huile, ſuivant l'uſage des Anciens, il traçoit, avec le doigt, des figures ſur ſon corps. *Application exceſſive des Géométres. Plutarch. an ſeni capeſſ. Reſpubl.*

Vitruv. de archit. lib. 9. c. 3.

Archiméde ſortit un jour du bain ; tranſporté hors de lui-même,& s'écriant: *Je l'ai trouvé.* Il s'agiſſoit de la ſolution d'un problême, qui lui avoit été propoſé par le Roi Hiéron, de découvrir quelle quantité d'alliage étoit entrée dans une Couronne,qu'on vouloit faire paſſer pour être d'or pur. Archiméde remarqua dans le bain, que ſon corps faiſoit ſortir l'eau de la cuve pleine, à proportion de l'eſpace, qu'il y occupoit. Comme il ne ſçavoit pas l'Hydroſtatique (1), il plongea dans un vaſe plein d'eau ſucceſſivement, & les uns après les autres, la couronne, & deux lingots, l'un d'or, & l'autre d'argent, d'un poids égal à celui de la couronne. Il recueillit la quantité d'eau, que chaque corps faiſoit ſortir du vaſe, & le métail le plus péſant occupant moins d'eſpace, & faiſant ſortir moins d'eau, il connut par la quantité d'eau, que la couronne fit ſortir du vaſe la quantité d'or & d'argent, dont elle étoit compoſée.

De Thou (2) rapporte que Viéte étoit

(1) *L'Hydroſtatique eſt la partie de la Méchanique qui conſidére la péſanteur des corps liquides, ou celle des corps ſolides par rapport aux liqueurs.*

(2) Tam profundâ autem meditatione fuit, ut ſæpiùs viſus ſit totum triduum continuum in

dans une ſi profonde & ſi continuelle méditation, qu'il paſſoit des trois jours & trois nuits de ſuite, attaché à la table ſur laquelle il travailloit, ſans boire ni manger, & ne donnant au ſommeil que quelques moments par intervalle, qu'il ne pouvoit refuſer à l'accablement de la nature.

Diodore mourut de dépit, de n'avoir pû réſoudre un probléme. *Diog. Laërt. in Euclid. Plin. lib. 7. c. 53.*

Ces grands travaux des Géométres ont été regardés comme peu utiles. „ On traite volontiers d'inutile ce qu'on ne ſçait „ point, dit M. de Fontenelle, c'eſt une „ eſpéce de vengeance. La ſource du „ malheur des Mathématiques eſt manifeſte. Elles ſont épineuſes, ſauvages, „ & d'un difficile accès. Les quatre lunes „ de Jupiter ont été plus utiles, par rapport à la Géographie & à la Navigation, que la notre propre. La détermination des longitudes par les ſatellites, un niveau plus commode & plus „ juſte, ne ſont pas des nouveautés auſſi „ propres à faire du bruit qu'un Poëme „ agréable, ou un beau diſcours d'éloquence. Il s'en faut beaucoup qu'il y *Préf. de l'hiſt. du renouvell. de l'Acad. des ſcienc.*

cogitatione defixus ad menſam lucubratoriam ſedere, ſine cibo & ſomno, niſi quem cubito innixus, nec ſe loco movens ad refocillanda per intervalla naturam capiebat. *Thuan. lib.* 129.

„ ait dans les Mathématiques autant d'u-
„ ſages évidents, que de propoſitions ou
„ de vérités. C'eſt bien aſſez que le con-
„ cours de pluſieurs vérités produiſe preſ-
„ que toujours un uſage. De plus, telle
„ ſpéculation géométrique, qui ne s'ap-
„ pliquoit d'abord à rien d'utile, vient
„ à s'y appliquer dans la ſuite. Quand les
» plus grands Géométres du dix-ſeptié-
» me ſiécle ſe mirent à étudier une nou-
» velle courbe qu'ils appellerent (1) la
» Cycloïde, ce ne fut qu'une pure ſpé-
» culation où ils s'engagérent par la ſeule
» vanité de découvrir, à l'envi des uns des
» autres, des théorêmes difficiles. Ils ne
» prétendoient pas eux-mêmes travailler
» pour le bien public; cependant il s'eſt
» trouvé en approfondiſſant la nature de
» la Cycloïde, qu'elle étoit deſtinée à
» donner aux pendules toute la perfection
» poſſible, & à porter la meſure du tems
» juſqu'à ſa derniere préciſion. «

Ceux qui nient l'utilité des Mathématiques, n'en ont aucune connoiſſance. Elles enſeignent les rapports des grandeurs:

(1) *Cycloïde vient de* κύκλος, circulus. *C'eſt la courbe décrite par un point d'un cercle qui tourne ſur ſon centre, en même-tems que le centre décrit une ligne droite : comme la ligne circulaire, qui ſeroit tracée par un clou d'une roue de caroſſe, lorſque le caroſſe avance.*

or preſque toutes les ſciences, dont les objets ſont corporels, dépendent de ces rapports. Les forces mouvantes, la trigonométrie, la ſtatique, l'architecture civile & militaire, la perſpective, la dioptrique, la catoptrique, l'aſtronomie, la géographie, la navigation, la gnomonique, une partie de la phyſique & de la chronologie, enfin la coſmographie céleſte & terreſtre ne roulent que ſur les proportions des grandeurs, & ſont, par conſéquent, des dépendances des Mathématiques. Leur difficulté eſt propre à fortifier l'eſprit par un travail pénible, de même que le corps devient plus robuſte par un exercice vigoureux. L'eſprit, en s'accoutumant aux vérités abſtraites, devient plus capable de ſurmonter les obſtacles, & d'acquerir un diſcernement ſûr de la vérité.

Autres objections contre la Géométrie.

On objecte à la Géométrie, que parmi ſes définitions & ſes demandes il y en a qui ont beſoin de preuves & de démonſtrations, & dont les Géométres ne ſont pas en droit de ſuppoſer la certitude. Cette objection tombe (1) ſur la dixiéme définition du premier livre des éléments

(1) Cùm recta linea ſuper rectam lineam conſiſtens, eos qui ſunt deinceps angulos æquales inter ſe fecerit, rectus eſt uterque æqualium angulorum, & quæ inſiſtit recta linea, perpen-

d'Euclide, ſur la quatriéme définition du cinquiéme livre, & ſur les quatriéme & cinquiéme demandes du premier livre. La réponſe eſt que ſi ces définitions ne paroiſſent pas aſſez claires, ni ces demandes aſſez évidentes, quelques défauts dans la méthode des Géométres ne doivent pas être imputés à la Géométrie.

Cette ſcience a ſes paradoxes. On ne

dicularis vocatur ejus cui inſiſtit. *Euclid. element. lib.* 1. *definit.* 10.

Rationem habere magnitudines inter ſe dicuntur, quæ poſſunt multiplicatæ ſe mutuò ſuperare. *lib.* 5. *definit.* 4.

Poſtulatum quartum.

Omnes angulos rectos inter ſe æquales eſſe.

Pappus rectè animadvertit hujus converſum non etiàm verum eſſe, nempe angulum recto æqualem omninò eſſe rectum, niſi rectilineus ſit; poteſt enim curvilineus quoque angulus recto æqualis oſtendi.

Poſtulatum quintum.

Si in duas rectas lineas recta linea incidens interiores & ex eâdem parte angulos duobus rectis minores fecerit, rectas lineas illas in infinitum productas inter ſe convenire ex eâ parte, in quâ ſunt anguli duobus rectis minores.

Hoc à poſtulatis penitùs rejiciendum cenſet Proclus, cum theorema ſit quod multas habet & dubitationes, quas Ptolemæus in quodàm libro ſolvere ſibi propoſuit. Multis verò & definitionibus & theorematibus in demonſtratione indiget, cujus converſum Euclides etiàm tamquàm theorema oſtendit. Frederic. Commandin. in Euclid.

peut mener qu'une tangente à un cercle par le même point de contact ; au lieu qu'on peut faire paſſer une infinité de circonférences de cercles par ce même point. Il n'y a pas grand myſtére à ce premier paradoxe, qui conſiſte uniquement en ce qu'une droite ne peut être tangente d'une autre droite ; le ſuivant, qui dépend d'une progreſſion infinie, préſente plus de difficulté. L'angle obtus ne deviendra jamais une ligne droite, en ſuppoſant qu'il augmente toujours par une progreſſion, qui aille en diminuant, & que la ſomme de cette progreſſion ne ſurpaſſe pas le nombre des degrés du petit angle qui lui répond.

Paradoxes de la Géométrie. *Euclid. Elem. lib. 3. prop. 16.*

Qu'un angle obtus, par exemple de 150. degrés, augmente dans la premiére heure de dix degrés, de cinq degrés dans la ſeconde heure, & ainſi en continuant, ſelon le même rapport pendant toute une éternité, cet angle bien loin de devenir une ligne droite, ne pourroit jamais augmenter juſqu'à vingt degrés. Et ſemblablement les deux côtés de l'angle aigu ne ſe joindront jamais, s'il diminuë par une progreſſion, dont la ſomme ne ſurpaſſe pas le nombre des degrés de cet angle.

C'eſt encore la loi d'une progreſſion infinie, qui fait diminuer la courbure de

la ligne hyperbolique, avec un tel rapport qu'elle ne peut jamais toucher ſon aſymptote ; quoiqu'elle en approchât toujours. Car il eſt évident que ſi la courbure de l'hyperbole LM ſuit une telle loi ſans jamais s'en écarter, que la ligne BA ne puiſſe diminuer à la fois, de plus de la moitié de ſa longueur, jamais l'aſympote ON ne ſera réunie à cette hyperbole, quoiqu'elle en approche toujours ; parce que la longueur BA ne pouvant être épuiſée par la loi d'une progreſſion, qui ne la diminuë que de la moitié de la précédente moitié, il eſt néceſſaire qu'en prolongeant continuellement l'hyperbole LM & l'aſymptote ON, les points M & N s'approchent toujours ſans ſe rencontrer jamais. Voilà quelle eſt la propoſition effraïante de l'hyperbole qui approche continuellement de ſon aſymptote, pendant un tems infini, ſans jamais la rencontrer. Ce que ces propoſitions ont de paradoxe, vient de leur liaiſon avec l'infini, qui ſurpaſſe les forces de notre imagination.

PL. 1. FIG. 1.

L'idée de l'infini eſt naturelle & proportionnée à l'entendement humain. Je conçois auſſi aiſément une choſe ſans bornes, qu'une choſe bornée. Je penſe même à une choſe, avant que de faire réflexion à ſes limites. Je ſens la néceſſi-

té que la matiére ſoit diviſible à l'infini ; j'en comprends la démonſtration, mais mon imagination eſt trop foible pour s'en repréſenter & en concevoir les ſuites. Je ſçais très-certainement que l'hyperbole & quelques autres courbes ont une telle propriété, que ſi leur courbure pouvoit être tracée avec toute la préciſion géométrique, qui peut être ſuppoſée, mais non pas à beaucoup près exécutée, ces courbes prolongées à l'infini ne toucheroient jamais leurs aſymptotes. Je ne puis néanmoins concevoir ni me repréſenter l'idée d'une hyperbole, qui s'approchant pendant une éternité, de cette (1) aſymptote, dont elle me paroît ſi proche, ne l'atteindroit jamais. Je comprends donc avec certitude les principes, mais je ne puis concevoir ni me repréſenter toute l'étenduë des conſéquences.

Les Mathématiques ſont les ſciences qui ménagent le plus la portée de l'eſprit ; mais la grande contention que leurs idées abſtraites demandent, lui font païer chérement les voïes abregées qu'elles lui préſentent ; elles forment l'eſprit à la juſteſſe, & à la préciſion ; mais il

L'eſprit ne doit pas s'accoutumer à des certitudes Géométriques.

(1) *Aſymptote ſignifie ce qui ne peut tomber enſemble, ou ſur le même point. Ce mot eſt dérivé des mots Grecs* σὺν ſimul, πίπτω, cado, *& de la particule privative,* ἀ.

faut ſe garder de l'accoutumer à la certitude mathématique. On ne doit pas la chercher dans le plus grand nombre des choſes naturelles où elle ne peut ſe trouver.

Ariſtot. metaph. lib. 2. c. 3.

Car il y a non-ſeulement différents dégrés de probabilité, mais encore de certitude & d'évidence. Une choſe ne peut être plus ou moins vraie; mais elle peut être plus ou moins certaine. La morale, l'hiſtoire, la phyſique ont leurs certitudes; la métaphyſique & les mathématiques en ont de différentes: & on auroit tort d'exiger dans une de ces ſciences une certitude ou une évidence d'un autre genre que le ſien.

Du ſyſtême géométrique de l'infini.

La géométrie moderne a porté ſes travaux plus loin que l'ancienne. Mais la méthode nouvelle eſt fort éloignée de l'eſprit géométrique; & nous ne paſſerions pas (1) aux Anciens touts les raiſonnements contradictoires, que le ſyſtême de l'infini a produits depuis un ſiécle. Cette géométrie nouvelle a paru chancelante, ſa méthode a été ſuſceptible de pluſieurs conteſtations. Il s'eſt

(1) *Les Pythagoriciens diſoient que l'infini étoit pair, & terminé par l'impair: Platon diſtinguoit un grand & un petit infini. Ariſtot. lib. 3. phyſic. auſcult. c. 4. On trouve l'infini une ſource de paralogiſmes dans touts les tems.*

trouvé des géométres, qui voulant bien recevoir les infiniment petits du premier ordre, ont rejetté abſolument ceux du ſecond & de touts les ordres inférieurs, infiniment plus petits les uns que les autres. Dans l'Académie des ſciences, il s'eſt élevé des diſputes ſur ce ſyſtême : or la géométrie ſort de ſon charactére, dès qu'elle entre en compoſition (1) avec le problématique.

Pref. de l'anal. des infin. petits. Act. erudit. Lipſ. ann. 1695. p. 310. & 369.

Hiſt de l'Acad. des ſcienc. ann. 1701. p. 87.

Les progrès de la géométrie nouvelle ſont dus à l'uſage des ſections coniques emploïées au lieu du cercle, & à la méthode du triangle différentiel qui n'a aucun beſoin de la ſuppoſition de l'infini, n'étant autre choſe que la méthode de la tangente, & le calcul des grandeurs nulles ſuppoſées exiſtantes. L'infini eſt une eſpéce de merveilleux qui ne peut être d'aucune utilité par lui-même, & qui n'eſt propre qu'à répandre dans toute la géométrie des idées fauſſes & contradictoires.

Un des Journaliſtes de Trévoux a entrepris la défenſe de cette géométrie.

(1) Diſciplinæ mathematicæ veritatem adeò expetunt, adamant, excoluntque, ut non ſolùm nihil quod ſit falſum, verùm etiàm nihil quod tantùm probabile exiſtit, nihil denique admittant, quod certiſſimis demonſtrationibus non confirmant. *Clavius prolegom. ad Euclid.*

Voilà près de cent ans, dit-il, *depuis Grégoire de S. Vincent & Cavalieri, & peut-être plus de deux mille depuis Archiméde & Euclide, que cet art, entre les mains de tant de grands hommes qui ont ſçu le manier, procéde de démonſtration en démonſtration, & de découverte en découverte, ſans donner aucune atteinte à cette vérité ſcrupuleuſe & rigide, qui fait l'eſſence & le propre caractére de la géométrie. C'eſt trop tard entreprendre de nous faire entrer en défiance contre un art ſi éprouvé & déſormais conſtaté par la poſſeſſion tranquille d'une infinité de vérités ſublimes & lumineuſes dont nous lui devons l'acquiſition.* Cette géométrie n'a pas une grande ancienneté : Archiméde ni Euclide n'en ont pas eu l'idée. Ses inventeurs, il y a près de cent ans, l'ont propoſée avec beaucoup de défiance ; & elle cauſa, il y a environ quarante ans, des conteſtations dans l'Académie des ſciences, qui y ſont demeurées indéciſes, comme nous le marquerons encore ci-après. Cet art n'a jamais produit par lui-même ni démonſtration ni découverte. On a mêlé un vain nom d'infini dans des ſolutions trouvées par d'autres méthodes. Continuons d'entendre le Journaliſte.

Mémoir. de Trév. Août 1737. art. 76.

Cette diviſibilité à l'infini eſt après tout le vrai fond de cette géométrie moderne,

Jamais le Géométre le plus infinitaire, en ſuppoſant une infinité de points exiſtants dans une ligne, n'a voulu dire que ces points ſubſiſtaſſent actuellement detachés en nombre infini. Si les Géométres appellés Infinitaires avouënt le Journaliſte, voilà bien du terrein perdu; car leurs livres ſont pleins (1) d'infiniment petits & de différents ordres d'infinis conſidérés comme exiſtants actuellement. Le calcul différentiel n'eſt applicable aux infiniment petits, & la géométrie tranſcendante ne peut opérer ſur eux, qu'en les regardant comme exiſtants. Cette propoſition, l'une des fondamentales de la géométrie tranſcendante, *que le cercle eſt un polygone d'une*

(1) Il y a, *dit Leibnits*, une infinité de créatures dans la moindre parcelle de la matiére, à cauſe de la diviſion actuelle du continuum à l'infini. *Theodic. part. 2. art, 195.*

Ceux qui s'exercent dans les ſciences & dans les mathématiques, ſçavent fort bien qu'il eſt rare qu'ils puiſſent avancer, ſans trouver quelque choſe d'infini, comme ſi l'auteur de la nature & de toute vérité avoit voulu attacher le ſceau de ſon principal attribut ſur toutes choſes. *Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann.* 1701, *p.* 313. *Cette réflexion eſt fort déplacée; car Dieu n'a rien créé que de fini.*

Suivant la ſuppoſition, *dit Rolle*, les infiniment petits ſont réels & diviſibles à l'infini, *Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann.* 1703. *p.* 317.

infinité de côtés, n'exprime-t'elle pas clairement que la circonférence eſt compoſée d'infiniment petits actuellement ſubſiſtants en nombre infini, & néceſſairement détachés, c'eſt-à-dire, exiſtants les uns hors des autres; puiſque la matiére eſt impénétrable? Voilà donc, de l'aveu du Journaliſte, cet infini contredit par les propres notions de l'infini.

Il continuë de cette maniere: *Nous n'entendons guéres ce que c'eſt que diviſer tout d'un coup une étenduë à l'infini. Car ſi elle eſt diviſible à l'infini, c'eſt-à-dire, ſi ſa diviſibilité & ſa diviſion par conſéquent ne peut finir, comment la ſuppoſer finie tout d'un coup? Il eſt vrai que l'on peut dire que la puiſſance qui opére cette diviſion eſt infinie: mais qu'eſt-ce qu'une matiére, une étenduë, une ligne, par exemple, infiniment diviſée? N'eſt-ce pas une matiére, une étenduë, une ligne anéantie? Le point eſt ſûrement un néant de ligne, d'étenduë, de matiére. Et ce point peut-il exiſter ſans la ligne, dont il eſt eſſentiellement la borne, l'extrémité, la modification?* Tout ceci eſt plein de contradictions. La diviſion infinie ſucceſſive de la matiére n'eſt pas moins impoſſible métaphyſiquement que ſa diviſion infinie inſtantanée. Le point n'eſt pas eſſentiellement l'extrémité, la modification de la ligne; car le point ne peut

peut être *un néant de ligne, d'étenduë, de matiére*, & en être *l'extrémité, la borne, la modification.* Le point ou le néant ne peut être en tout dans la matiére, pas davantage à l'extrémité qu'au milieu : & la matiére ne peut être terminée que par une partie homogéne, c'eſt-à-dire, matérielle, & par conſéquent diviſible à l'infini.

Il faut être extrêmement Géométre, ajoûte le Journaliſte, *pour ne pas s'embroüiller & ſe contredire dans toutes ces ſuppoſitions de l'infini.* Ici le Journaliſte a preſque touché au but, & il étoit dans le vrai, s'il eût dit : On ne peut être Géométre & ferme ſur ſes principes, qu'en rejettant l'infini de la géométrie, pour ne pas s'embroüiller & ſe contredire dans toutes ces ſuppoſitions, comme il arrive à touts ceux qui l'admettent.

Il finit par cette réflexion : *Ces ſortes d'attaques ne devroient point être permiſes ; parce qu'outre que le frivole & le faux en eſt démontré, elles ſcandaliſent en quelque façon les eſprits, leur font regarder comme problématique une ſcience d'une vérité éprouvée ; & les empêchent de la cultiver, & peut-être ſouvent de la perfectionner, & de perfectionner les arts & les autres ſciences par le moïen d'une ſcience qui eſt ſûrement le modéle & la clef de toute vraie*

ſcience. Voilà en effet le ſeul moïen de ſoutenir la géométrie de l'infini : mais il y a peu d'apparence que l'autorité impoſe ſilence à des attaques, dans leſquelles on ne ſe propoſe que l'avantage des arts & des ſciences. L'autorité en ſoutenant le Péripatétiſme pendant pluſieurs ſiécles, mettoit ſeulement un obſtacle au progrès de la phyſique. L'objet aujourd'hui eſt beaucoup plus important : il s'agit de garentir les arts & les ſciences d'une corruption preſque générale que la géométrie tranſcendante y introduit, comme nous le remarquons en pluſieurs endroits de cet ouvrage.

Variations de la Géométrie nouvelle.

Les contradictions du ſyſtême de l'infini ont été apparemment apperçuës dès le tems de ſon invention. Leibnits a cru devoir adoucir l'idée des *infinis*, en les réduiſant à des *incomparables*. Cavalieri avoit propoſé cette même idée ſous le terme des *indiviſibles*, contraire au calcul des infiniment petits ; & Newton l'a rejettée pour y ſubſtituer *les points naiſſants & évanoüiſſants*. Ces variations dans les auteurs du ſyſtême de l'infini font connoître qu'il n'eſt pas établi ſolidement : car on trouveroit plus d'uniformité dans les principes d'une méthode, qui ne s'écarteroit pas de la préciſion géométrique.

M. de Fontenelle obſerve *que quelques-uns de ceux, qui embraſſent les idées de l'infini, ne les prennent pourtant que pour des idées de pure ſuppoſition ſans réalité, dont on ne ſe ſert que pour arriver à des ſolutions difficiles, qu'on abandonne dès qu'on y eſt arrivé, & qui reſſemblent à ces échaffaudages, qu'on abbat auſſi-tôt que l'édifice eſt conſtruit.* Mais pluſieurs Géométres ont fait ſervir l'infini à un uſage fort différent, & ils ont rempli la géométrie de propoſitions inconcevables & contradictoires, qu'ils ont données pour des démonſtrations. M. de Fontenelle remarque encore que la géométrie a une obſcurité eſſentielle du côté de l'infini, dont la raiſon eſt que de ce côté-là, elle tient à la phyſique, à la nature intime des corps que nous connoiſſons peu, & peut-être auſſi à une métaphyſique trop élevée. N'eſt-ce pas un aveu formel que la géométrie eſt ſortie de ſon charactére, puiſqu'une obſcurité eſſentielle, dont l'incertitude & les doutes ſont inſéparables, ne peut ſe rencontrer dans des vérités géométriques?

Contradictions de la Géométrie tranſcendante & élémentaire.

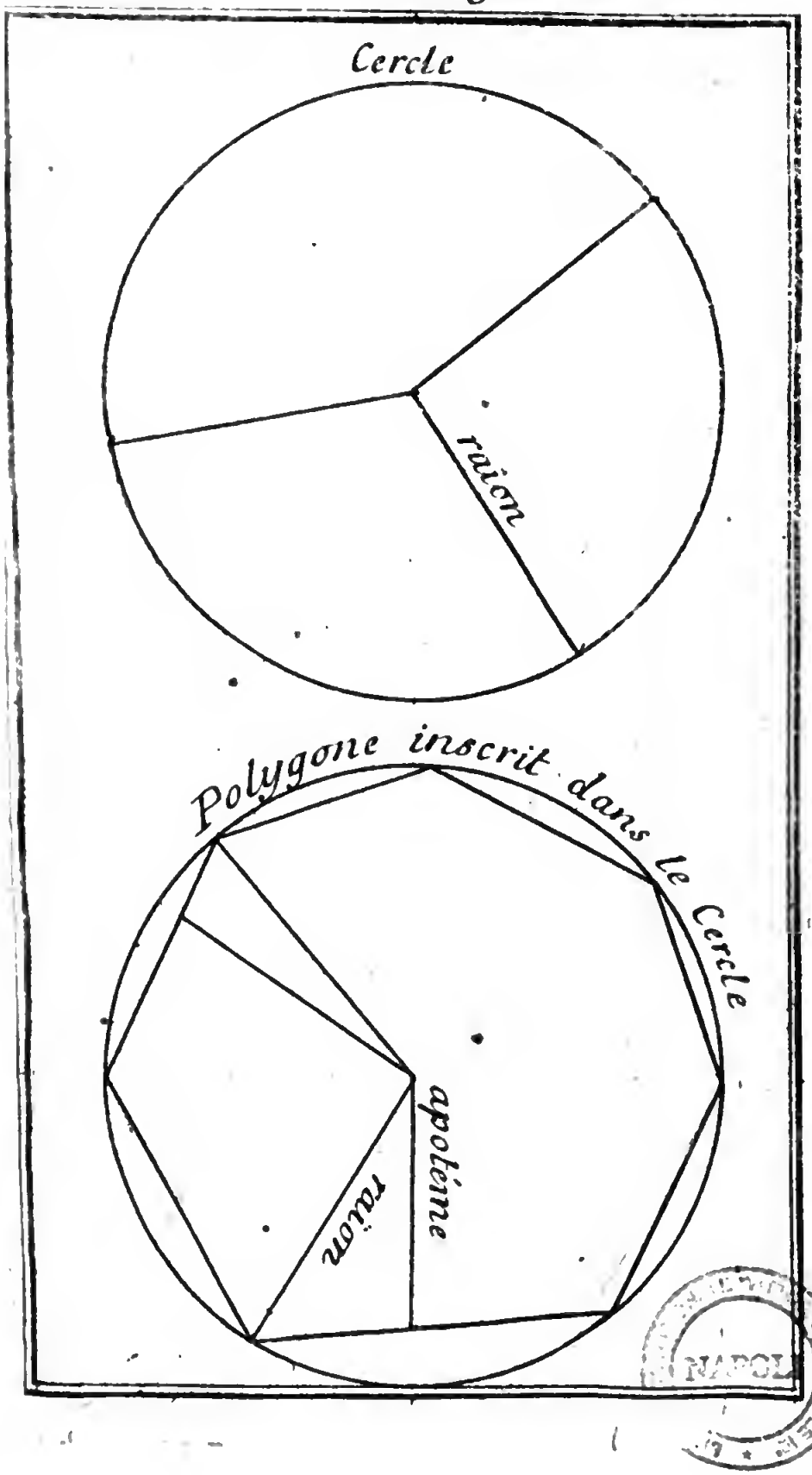
Mais il y a plus que de l'incertitude & de l'obſcurité. Les principes de ce qu'on nomme géométrie tranſcendante, ſont entiérement oppoſés à ceux de la géométrie élémentaire. Par exemple, le cercle

& le polygone ont deux propriétés opposées. Dans le cercle, touts les raïons, tirés du centre à la circonférence, sont néceſſairement égaux : dans le polygone, l'apotéme ne peut être conçu égal au raïon. Que quelque Alexandre tranche ce nœud, plus difficile à démêler que le nœud Gordien. Cette propoſition, qui eſt aujourd'hui emploïée comme un axiome, *le cercle eſt un polygone d'une infinité de côtés*, eſt doublement abſurde, & par une infinité actuellement ſubſiſtante des côtés d'un polygone, & par la contradiction des propriétés du polygone & de celles du cercle.

J'ai combattu, en pluſieurs endroits de cet ouvrage, le ſentiment des modernes qui ont rempli la géométrie de propoſitions inconcevables & impoſſibles, où ils faiſoient un mélange continuel de la diviſibilité à l'infini & des indiviſibles. J'ai été encore plus ſurpris de lire, en dernier lieu, dans l'ouvrage d'un excellent Géométre, que la diviſibilité à l'infini de la matiére eſt démontrée, & que la contradictoire de cette propoſition, ou la néceſſité des indiviſibles eſt certaine auſſi. Quelle ſource de Pyrrhoniſme, ſi les deux contradictoires ſont compatibles ! Quel langage pour la géométrie !

Malézieu, élém. de la géométr. liv. 2.

Pl. 4. Tom. V. vis à vis la Pag. 28.



Malézieu tire des incommenſurables la démonſtration de la diviſibilité à l'infini ; & en cela il a raiſon. Mais il donne deux raiſonnements faux pour des démonſtrations de la néceſſité des indiviſibles. Voici les propres termes de ſes deux prétenduës démonſtrations.

Si le point eſt impoſſible, qu'eſt-ce donc que la rencontre des deux côtés qui forment l'angle d'un quarré ? Si le point eſt impoſſible, le cercle eſt impoſſible. Car ſi Dieu forme une boule parfaite, & qu'il la poſe ſur un plan parfait, le point de contingence aura-t-il quelque étenduë ? S'il a quelque étenduë, il eſt ſurface ou pour le moins ligne ; ainſi la tangente & le cercle auront une étenduë commune, contre ce qui eſt démontré. Direz-vous que Dieu ne ſçauroit faire un cercle parfait ? Vous auriez plûtôt fait de dire que Dieu n'eſt pas, que de borner ſi ridiculement ſa puiſſance.

D'ailleurs quand je conſidere attentivement l'exiſtence des êtres, je comprends très-clairement que l'exiſtence appartient aux unités, & non pas aux nombres. Je m'explique.

Vingt hommes n'exiſtent, que parce que chaque homme exiſte. Le nombre n'eſt qu'une dénomination extérieure, ou pour mieux dire, une répétition d'unités, auxquelles ſeules appartient l'exiſtence. Il ne ſçauroit

y avoir de nombres, s'il n'y a des unités. Il ne ſçauroit jamais y avoir vingt hommes, s'il n'y a un homme. Cela bien entendu, je vous demande : ce pié cubique de matiére eſt-ce une ſeule ſubſtance ? en ſont-ce pluſieurs ? Vous ne pouvez pas dire que ce ſoit une ſeule ſubſtance : car vous ne pourriez pas ſeulement le diviſer en deux ; ſi vous dites que c'en ſont pluſieurs ; puiſqu'il y en a pluſieurs, ce nombre, quel qu'il ſoit, eſt compoſé d'unités. S'il y a pluſieurs ſubſtances exiſtantes, il faut qu'il y en ait une, & cette une ne peut en être deux. Donc la matiére eſt compoſée de ſubſtances indiviſibles.

Le premier raiſonnement ſe détruit par cette obſervation, que la rencontre de deux côtés, qui forment l'angle d'un quarré, ne peut avoir une préciſion géométrique exécutée matériellement & réellement ; que le point de cette rencontre eſt une abſtraction de l'eſprit, de même que touts les autres points, les lignes & les ſurfaces. Qu'il eſt pareillement impoſſible de faire un cercle matériel, qui ait une perfection géométrique, parce que cette perfection géométrique emporte préciſément ſon excluſion de la matiére, par l'idée contradictoire de l'une & de l'autre. Les points naiſſants & évanoüiſſants de Newton ne ſont pas plus poſſibles. Les extrémités de la matiére ne

peuvent être que matérielles elles-mêmes, & diviſibles à l'infini.

Il eſt donc auſſi impoſſible qu'un cercle ait un point de contingence, & ſoit parfait (1) géométriquement, qu'il eſt impoſſible que la matiére ſoit ſéparée de ſon eſſence, ou que de la matiére ne ſoit pas de la matiére. A l'égard de la toute-puiſſance infinie de Dieu, il eſt évident qu'elle peut emploïer des moïens inconnus à nos foibles lumiéres, & qui ſurpaſſent notre raiſon; mais ce ſeroit manquer au profond reſpect qui eſt dû à cette toute-puiſſance infinie & à l'eſſence divine, que de lui attribuer ce qui eſt incompatible avec elle, comme d'admettre en même-tems & dans un même ſujet les contradictoires, de changer les eſſences des choſes, & d'agir contre ſes propres decrets.

Le ſecond raiſonnement de Malézieu n'a pas plus de force. C'eſt une pétition de principe aiſée à appercevoir. Un pié cubique de matiére eſt auſſi indiviſible qu'un homme, en tant que pié cubique

(1) *Locke n'eſt pas Géométre lorſqu'il doute ſi quelque cercle eſt tracé exactement. Eſſai ſur l'entendem. liv. 3. c. 3. Comme ſi la propriété de la matiére d'être multiple n'étoit pas incompatible avec l'exactitude géométrique du cercle, qui demande dans tout le périmétre des points mathématiques.*

& en tant qu'homme. Chacune de ces ſubſtances, en ce ſens, eſt une ſeule ſubſtance. Mais la matiére ou le corps, en général, eſt néceſſairement une ſubſtance multiple, & compoſée de parties diviſibles à l'infini. En ce cas, l'exiſtence appartient néceſſairement à des parcelles réunies. Elle n'appartient donc pas toujours aux unités, & cette propoſition ne peut être donnée pour une preuve, puiſque la queſtion eſt de ſçavoir ſi, en diviſant la matiére, on peut parvenir à une derniére unité indiviſible.

Il eſt vrai qu'il ne peut y avoir de nombres, qui ne ſoient compoſés d'unités; auſſi dans la diviſibilité à l'infini, n'y a-t'il aucun nombre. Elle eſt, au contraire, l'excluſion de tout nombre fini, & le nombre ne peut devenir infini, puiſqu'il eſt toujours ſuſceptible d'additions d'unités. Il n'y a donc, dans la diviſibilité à l'infini, ni nombre fini, ni nombre infini.

Malézieu abuſe encore du terme de ſubſtance. Une ſubſtance matérielle, qui peut être anéantie par la diviſion, n'exiſte que par l'unité. Ainſi un pié cubique de matiére ou un homme, diviſés en deux, n'ont plus l'exiſtence d'un pié cubique ou d'un homme; mais la matiére elle-même ne peut être détruite par la diviſion;

& c'eſt une ſubſtance, qui ne peut être anéantie que par la toute-puiſſance du créateur, une ſubſtance, qui bien loin d'exiſter par l'unité, n'exiſte que par la multiplicité de ſes parties. Il m'a paru qu'il étoit à propos de réfuter ici ces principes, pour prévenir le Lecteur ſur ce qu'il trouvera, dans ce chapitre ou même dans la ſuite de cet ouvrage, concernant l'infini & la géométrie tranſcendante.

Faiſons connoître cet infini ſi célébre par ſa figure géométrique. La grandeur eſt finie, diſent les Géométres modernes, tant que la tangente BA tombe ſur la ſoutangente TP, en quelque endroit que vous preniez le point T. Mais ſi BA devient paralléle à la ſoutagente TP, elle la rencontre à l'infini. Ce Théorême, qui n'eſt autre choſe que l'expreſſion de l'infini des Géométres modernes, renferme une contradiction palpable : car il eſt abſurde que des paralléles ſe rencontrent, puiſque l'eſſence & la définition du Paralléliſme, eſt que deux paralléles ne peuvent jamais ſe rencontrer. Ainſi, dans cette géométrie tranſcendante, les raïons du cercle ne ſont pas egaux ; les trois angles d'un triangle ne ſont pas équivalents à deux droits ; les paralléles ſe rencontrent, l'hyperbole & ſon aſymptote-

PL. 1. FIG. 2.

Applic. de l'alg. à la géom. sect. 12. prop. 3. coroll. 4.

ſe réuniſſent (1) : & ſuivant Guinée, dans un cercle infiniment grand, la circonférence & le raïon ſont égaux. La Géométrie tranſcendante donne ces contradictions formelles pour des vérités géométriques. Se retranchera-t-on ſur ce qu'il s'agit de géométrie & non de métaphyſique ? 1. La même propoſition ne peut être abſurde & contradictoire pour un Métaphyſicien & recevable pour un Géométre. 2. C'eſt encore plus par des démonſtrations géométriques, que par des raiſonnements métaphyſiques, que les contradictions de ce qu'on appelle géométrie tranſcendante peuvent être miſes clairement au jour.

Archiméde (chez lequel les Modernes ſe vantent que l'idée de leur infini a été puiſée) n'a jamais confondu les propriétés du cercle avec celles du polygone : il n'a point emploïé la ſuppoſition ni le mot d'infini dans le ſens des Géomé-

(1) *Newton a même regardé l'aſymptote comme tangente, admettant la contradiction dans les termes auſſi-bien que dans les idées.* Aſymptotos pro tangente habenda eſt, & ejus terminus infinitè diſtans, ſi ità loqui fas ſit, pro puncto contactûs. *Newt. princip. Math. p. 87. Ce qui eſt d'autant plus abſurde, que dans cette ſuppoſition contradictoire, l'aſymptote ne deviendroit même pas tangente, mais ſécante.*

tres modernes. Il dit ſeulement (1) qu'on peut inſcrire & circonſcrire au cercle deux polygones, dont les côtés auront un rapport moindre que celui de deux grandeurs données. L'infini de la géométrie moderne ne peut ſe concilier avec la géométrie des Anciens. C'eſt une néceſſité que l'une des deux ſoit fauſſe.

Wallis ne s'eſt pas contenté de l'infini : il a attribué aux hyperboles, certains eſpaces plus qu'infinis : en quoi il a été ſuivi par un grand nombre d'infinitaires. *Wall. ar. thm. inf. ſchol. prop. 101. 104.*

A quoi bon employer un terme contradictoire en ſoi, pour exprimer une choſe auſſi ſimple, qu'une grandeur né-

(1) *Démocrite cité par Ariſtote avoit dit long-tems avant Archiméde que la ſphére eſt tout angle ou entiérement compoſée d'Angles.* Σφαῖρα ὡς γωνία τις ἔσται. *Ariſtot. lib. 3. de cœlo, c. 8. Ce qui ſe rapporte aux angles formés par touts les raïons & non à une infinité de petites droites qui compoſent la circonférence. A la vérité, dès les commencements de la Géométrie, les Anciens ont apperçu l'infini : les incommenſurables ſe préſentérent d'abord ; & dès qu'on a remarqué que le côté d'un quarré & ſa diagonale n'avoient aucune meſure commune, le meme coup d'œil a percé dans l'infini. Ariſtote, en pluſieurs endroits de ſes ouvrages, en fait une mention expreſſe, & le dixiéme livre des éléments d'Euclide eſt plein d'idées qui s'y rapportent. Mais l'infini de la Géométrie nouvelle n'a aucune relation à celui des Anciens ; & il eſt contraire aux véritables notions de tout infini.*

gative ; c'eſt-à-dire, un point de rencontre, qui tombe du côté d'une ligne oppoſé à celui par lequel ce point avoit été cherché d'abord ? *L'éclairciſſement de l'eſpace plus qu'infini de Wallis, eſt qu'on doit entendre un eſpace fini. Ce que Wallis prend pour l'expreſſion d'un eſpace plus qu'infini, n'eſt pas même celle d'un infini*, ſuivant Varignon, *mais ſeulement d'un eſpace fini, qui eſt, à la vérité, le complément d'un eſpace infini.*

Hiſt. de l'Acad. des ſcienc. ann. 1706. p. 50. & mém. p. 13.

Le plus qu'infini ſe trouve au reſte dans l'analogie & dans la progreſſion, de même que l'infini. Le plus qu'infini ſemble même, en un ſens, moins abſurde, que l'infini ; car l'infini eſt ſuppoſé dans un point de rencontre où il ne peut y avoir de rencontre, la tangente étant paralléle à la ſoûtangente ; au lieu que le plus qu'infini a un point de rencontre véritable, qui tombe du côté oppoſé à la premiére ſuppoſition : c'eſt-à-dire, que la tangente B A, au lieu de tomber en un point T, tombe du côté de P. La ſituation oppoſée ou négative, le côté ſéparé par un point de partage, eſt ce qui a été nommé plus qu'infini. Je ſuppoſe que Pierre & Paul ſe balancent aux deux bouts d'un plan horizontal. Si Pierre fait pancher le plan de ſon côté, c'eſt le fini ; ſi Pierre & Paul ſont en équilibre, voilà

PL. 1. FIG. 2.

l'infini ; ſi Paul enléve Pierre, voilà le plus qu'infini. On peut par des conventions arbitraires emploïer les mots à repreſenter toute ſorte d'idées: mais lorſque des expreſſions ſont liées par leur ſignification propre à des idées abſurdes & contradictoires, comme l'expreſſion de plus qu'infini, elles doivent être rejettées.

C'eſt ce qui a engagé Varignon à regarder le plus qu'infini comme une expreſſion fauſſe ; & il ſemble que les Géométres infinitaires l'abandonnent : mais un premier ordre d'infinis en attire à ſa ſuite une infinité d'autres qui ſont des plus qu'infinis. Car ſuppoſons pour un moment une ſérie infinie : chaque terme de cette ſérie peut-être diviſé à l'infini: & par conſéquent eſt un infiniment grand par rapport aux termes d'une ſérie du ſecond ordre, dont chaque terme contiendra encore une ſérie du troiſiéme ordre, & ainſi à l'infini. De même un corps étant diviſé à l'infini, chaque particule qui eſt un infiniment petit dans ce premier ordre, n'eſt pas moins diviſible que le corps entier ne l'étoit : chaque infiniment petit eſt donc un infiniment grand par rapport aux infiniment petits de l'ordre ultérieur. On ne peut admettre un premier degré d'infini exiſtant & actuel ou même poſſible & de pure ſuppoſition, ſans admettre

à l'infini différents ordres d'infiniment grands & d'infiniment petits. Or les différents ordres d'infinis ſont des plus qu'infinis : car qu'eſt-ce que le plus qu'infini, ſi ce n'eſt ce qui eſt au-delà de l'infini ? On ne peut pas nier qu'un différent ordre d'infini ne ſoit au-delà d'un autre infini : les nombres & les corps ſont donc compoſés de plus qu'infinis. Mais le plus qu'infini eſt une expreſſion fauſſe ; les Geométres infinitaires abandonnent le plus qu'infini : ils reconnoiſſent donc que leur ſyſtême ne peut ſubſiſter, & que c'eſt un cahos de contradictions & d'abſurdités.

L'infini ne doit être conſidéré que comme une ſuite impoſſible d'une analogie : & toutes les fois qu'il s'y préſente, il avertit que la ſuppoſition eſt abſurde. Tout le myſtére de la Géométrie tranſcendante eſt de conſerver les rapports primitifs de l'Equation du lieu Géométrique, dans la réünion de deux ou de pluſieurs points. Ce qui peut être expliqué par des raiſonnements ſimples, & qui ne renferment aucune contradiction : mais depuis un ſiécle, les Géométres & pluſieurs philoſophes ont étrangement abuſé de l'infini ; & il ſemble que l'emploïer dans un raiſonnement, d'une maniére inconcevable, ce ſoit donner une démonſtration.

Les Géométres modernes ne peuvent expliquer le paſſage du fini à l'infini. Newton a inventé des *Fluxions*, conſidérant le fini comme en mouvement ou en fluxion pour devenir infini : mais il s'agit du paſſage même du fini à l'infini, & ce paſſage eſt incompréhenſible & inexprimable. Newton ſe ſert de *points naiſſants & évanoüiſſants*, il diſtingue ce qui commence à exiſter, de ce qui exiſte réellement. Il fait entrer à la fois dans un même ſujet le néant & l'être. Cependant les Géométres modernes ne ſe ſont pas encore contentés de ce paſſage du fini à l'infini : ils ont admis le paſſage du fini à un infini du ſecond ordre, ſans paſſer par le premier degré d'infini. La Géométrie eſt-elle reconnoiſſable à de pareilles idées?

Newt. lib. 1 princ. Math. ſect. 1. ſchol. lemm. 11.

Les livres des Géométres ſont aujourd'hui remplis de Séries contradictoires ; d'infinis actuels ; de plus qu'infinis ; de mêlange du néant & de l'être ; de la diviſibilité à l'infini des indiviſibles ; & de mille autres propoſitions qui ſemblent inventées en faveur de l'Académie d'Arcéſilas, ou de l'échole de Pyrrhon.

La Géométrie peut être ramenée à la préciſion que cette ſcience demande en regardant la ſuppoſition des infiniment petits ou des infiniment grands, comme contradictoire; en ſubſtituant un ſimple parallé-

liſme au point de rencontre de la ſoutangente à l'infini; en exprimant le plus qu'infini par une grandeur négative ou par un point de rencontre du côté oppoſé ; en emploïant utilement les approximations des ſéries, mais ſans perdre de vuë que leurs reſtes ſont inépuiſables : & à l'égard du Calcul Différentiel, nous donnerons, à la fin de ce chapitre, une nouvelle méthode, qui opére ſur des grandeurs (1) finies quelconques, & qui renferme touts les avantages de l'Analyſe. Conſervons le Calcul Différentiel : c'eſt un procédé des plus ingénieux de l'application de l'algébre à la géométrie : mais rejettons tout ſyſtême de l'infini, qui loin d'être géométrique, ne pourroit pas même être admis dans les ſciences les plus conjecturales. Si la méthode propoſée n'a pas cette pompe ébloüiſſante & tout cet appareil merveilleux de l'infini & des différents

(1) *Rolle avoit déja eu la penſée de ſubſtituer des grandeurs quelconques aux infiniment petits.* On ne voit pas, *dit-il*, que ce ſyſtême ait rien produit pour la vérité. On reconnoît d'abord que les effets des méthodes qu'on propoſe, dans la nouvelle analyſe, ſont toujours les mêmes, quand on ſubſtituë des quantités finies à volonté, au lieu des infiniment petits *dx* & *dy* : ce qui prouve que le ſuccès bon ou mauvais n'eſt point attaché à l'infinie petiteſſe qu'on ſuppoſe dans le ſyſtême. *Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann.* 1703. *p.* 324.

ordres d'infinis, elle a au moins une préciſion vraiment géométrique ; elle n'admet pas les ſuppoſitions contradictoires; elle ne renverſe pas toutes les notions de la Géométrie Elémentaire.

Des Cartes eſt le premier, qui par l'analyſe a étendu fort loin les limites de la géométrie. La méthode des Equations (1) vient de lui, & il a appliqué l'algébre à la géométrie. *Géométr. de des Cartes.*

Cette application de l'algébre à la géométrie ſe déduit ou des triangles ſemblables ou des triangles rectangles. L'analyſe ne peut remonter aux propriétés les plus ſimples des figures, comme aux propriétés des paralléles, des perpendiculaires, des angles; elle ſuppoſe démontré, par la géométrie élémentaire, tout ce qui eſt indépendant des proportions & des rapports. Elle n'a pas de priſe non plus, ſur cette propoſition fondamentale des rapports, que dans touts les triangles ſemblables, les côtés homologues ou oppoſés aux angles égaux ſont proportionnels : à cela près, l'analyſe dé-

(1) *Les Equations ſe forment des rapports trouvés par les conditions des problêmes. Cette méthode fait découvrir les grandeurs inconnuës par celles qui ſont connuës, ou par les rapports qui ſont entre les grandeurs connuës & les inconnuës, ou même par les rapports des inconnuës entr'elles.*

montre les propriétés des figures, qui peuvent émaner des proportions & des rapports. On voit, dans les lieux Géométriques & dans les conſtructions des égalités, la conformité de l'analyſe avec la géométrie. Ce travail marque la force & la juſteſſe de l'eſprit de des Cartes ſon inventeur. Mais ces conſtructions d'égalités ne ſont pas des régles aſſûrées: Rolle y a remarqué pluſieurs défectuoſités & pluſieurs exceptions. Les lieux géométriques peuvent avoir plus ou moins d'interſections, qu'il n'y a de racines réelles dans l'Equation qu'il faut conſtruire. Ils ne ſe coupent point du tout, quoiqu'il y ait des racines réelles. Ils ſe coupent, quoiqu'il n'y en ait que d'imaginaires. Ils ſe coupent, & donnent des appliquées, qui ne ſont point les racines de l'Equation. Il y a plus: on n'a jamais douté que les deux lieux géométriques n'exprimaſſent chacun une ligne ſoit droite ſoit courbe: Rolle prétend qu'on ſe peut encore tromper à cette ſuppoſition; que le lieu, ſoit choiſi, ſoit conclu, peut n'être qu'imaginaire; & ce qui eſt encore plus ſurprenant, qu'il peut, étant réel, n'exprimer aucune ligne. Rolle trouve une principale ſource de ces défectuoſités dans l'évanoüiſſement des inconnuës. La Hire, dans ſa réponſe

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1708. p. 71. & mémoir. p. 339. ann. 1709. Hiſt. p. 52. & mémoir. p. 320. & 419. ann. 1710. Hiſt. p. 88. & mémoir. p. 7.

pour ſoutenir les conſtructions d'égalités, donne à deux courbes une tangente commune à leur interſection. Cependant il eſt bien ſûr qu'elles ne ſe touchent pas, puiſqu'elles ſe coupent. Pourquoi, & de quel droit ſuppoſe-t'on qu'un point, qui n'eſt pas d'attouchement, vaut deux points ? Il n'en doit valoir qu'un, puiſqu'il n'eſt que point d'interſection. Il faudroit, pour en valoir trois, qu'il fût en même tems point d'attouchement & d'interſection, ce qu'il n'eſt pas, ni ne peut être. D'ailleurs, comment eſt-il poſſible que deux courbes aïent une tangente commune, ſans ſe toucher, & qu'elles ſe coupent, aïant une tangente commune ? On prétend ſauver ces contradictions par les infiniment petits, & par les infinis de divers ordres. On donne une ligne droite pour un angle fort obtus ; & on emploie les priviléges de la géométrie tranſcendante de renverſer toutes les notions de l'élémentaire, en confondant toutes les propriétés des figures: méthode qui accoutume l'eſprit aux faux raiſonnements ; & qui au lieu de le former à la juſteſſe, ne l'exerce que ſur des ſubtilités, non ſeulement dépourvuës de préciſion, mais abſurdes & contradictoires.

La géométrie, qui doit être la ſcience

de la certitude, n'offre plus de toute part que des écueils d'opinions ; l'infini contenu dans le fini ; des éléments infiniment petits de toutes les grandeurs finies ; des asymptotiſmes dont les eſpaces ſont plus qu'infinis ; des ſéries infinies égales à des termes finis ; des ſolides infinis égaux à d'autres (1) ſolides finis ; le fini & l'infini proportionnels, en même tems qu'on admet pour principe que touts les infinis (2) ſont égaux entr'eux ; des eſpaces infinis qui par leurs révolutions autour de leurs axes donnent des pro-

Préf. de l'anal. démontr. Eſſai de phyſiq. ch. 2. ſect. 23.

Anal. démontr. t. 1. p. 414. t. 2. p. 652. Elem. de la Géom. de l'inf. p. 31. Applic. de l'Alg. à la Géom. ſect. 12. prop. 3. corol. 4.

(1) Nuper viri præclari Cavalerius & Toricellus oſtenderunt de acuto quodàm ſolido infinitè longo, & cuipiàm tamen parallelepipedo cylindrove finito æquali. *Gaſſend. Phyſic. ſect. 1. lib. 3. c. 5.*

(2) *Il ſemble qu'on puiſſe faire cette objection :* La matiére eſt diviſible à l'infini, & il y a des corps plus grands les uns que les autres : donc il y a des infinis plus grands les uns que les autres. *C'eſt ainſi qu'Algazel ſoutenoit une bonne cauſe par un mauvais raiſonnement :* Si le monde étoit éternel, *diſoit-il*, il y auroit des infinis plus grands les uns que les autres ; car il y auroit plus de révolutions de la Lune que de Saturne. *Cette conſéquence eſt fauſſe ; il n'y auroit un plus grand nombre de révolutions de la lune que de Saturne, qu'en comparant les nombres de ces révolutions pendant des tems finis : mais dans l'infini, il n'y a ni plus ni moins, ni égalité même, parce que l'infini n'eſt ſuſceptible d'aucun nombre. De même deux corps ne pouvant*

duits finis, appellés *fuſeaux hyperboliques*; des infiniment grands, qui ſont infiniment petits par rapport à d'autres ordres ou degrés d'infinis.

Ces différents ordres d'infinis n'ont produit que des calculs dépourvûs de toute juſteſſe, comme il eſt démontré dans la nouvelle méthode du calcul différentiel, au ſujet des différences ſecondes traitées par le Marquis de l'Hôpital. C'eſt néanmoins ce qui eſt regardé, depuis cent ans, comme le ſublime de la géométrie & la clef des ſciences. C'eſt-là cette invention, dont l'Allemagne & l'Angleterre ſe ſont diſputé la gloire.

Eloge de Leibnits, Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1716.

Le merveilleux, qui a cauſé tant de ravages dans l'hiſtoire, dans l'éloquence, & en tout genre littéraire, fait depuis cent ans tous ſes efforts, pour corrompre la géométrie, qui eſt aſſûrément de toutes les ſciences celle qui paroît devoir le moins craindre cette contagion.

Bonaventure Cavalieri de Milan de

contenir ni l'un ni l'autre aucun infiniment petit, il n'en réſulte point qu'il y ait des infinis plus grands les uns que les autres. Chacun de ces corps eſt diviſible à l'infini. Tant qu'on les diviſera en nombre égal de parties, celles du plus grand corps ſeront plus grandes: mais les parties diviſées ſeront toujours des grandeurs finies, qui ne pourront ceſſer d'être diviſibles à l'infini, ni par conſéquent devenir des infiniment petits.

M. de Fontenelle, préf. des élém. de la Géométr. de l'infini. Le Marquis de l'Hôpital, préf. de l'anal. des infinim. petits.

l'ordre des Jésuates est celui qui a posé les premiers fondements du système de l'infini. La méthode des tangentes, donnée par Fermat Conseiller au Parlement de Thoulouze, prépara les voies à l'invention du triangle différentiel par Barrow Géométre Anglois. Leibnits & Newton ont introduit le calcul différentiel qui opére sur les grandeurs infinies, & le Marquis de l'Hôpital en a fait l'application aux différentes propriétés des courbes. Rolle & l'abbé Gallois attaquérent la géométrie de l'infini: Varignon entreprit sa défense. M. l'abbé Bignon nomma en 1701. pour arbitres le P. Goüye, Cassini, & la Hire. La contestation est demeurée indécise; les arbitres n'ont pas prononcé; & la géométrie de l'infini est restée en possession des avenuës de toutes les sciences, où elle a exercé de très-grands ravages.

Hist. de l'Acad. des Scienc. ann. 1701.

Des calculs inventés par les modernes.

Celui qui veut sçavoir jusqu'où l'esprit humain est capable de porter l'opiniâtreté du travail le plus épineux, doit connoître le calcul différentiel & surtout l'intégral. Ce dernier est l'inverse du différentiel: l'intégral est emploïé pour trouver la quantité, dont on a la différence. Le premier décompose & dissout, le second rassemble & réünit. L'un est l'analyse, l'autre est la synthése. Le calcul

différentiel cherche, au moïen des Equations des courbes, les éléments des courbures & des aires : l'intégral tâche d'emploïer ces éléments à trouver les rectifications & les quadratures des courbes. Ce dernier calcul eſt extrêmement difficile, pour peu que les quantités variables & leurs différences ſoient compliquées. Un grand obſtacle eſt que celui qui veut intégrer une quantité différentielle, n'a plus ſous les yeux les quantités conſtantes qui ont diſparu, ni les termes que le calcul différentiel a négligés. Les Géométres ont fait juſqu'à préſent peu de progrès dans le calcul intégral : c'eſt un Océan, dont ils n'ont pu que côtoïer quelques rivages.

On n'a encore travaillé qu'imparfaitement, par rapport aux rectifications & aux quadratures des courbes, dans leſquelles conſiſte néanmoins le véritable objet de la géométrie tranſcendante. Les expreſſions, qu'elle donne pour éléments, ne ſont pas des éléments véritables. Leurs rapports n'ont ni préciſion ni juſteſſe ; comme lorſqu'elle prend pour rectangle une figure en partie curviligne, & dont les angles ſont inégaux ; lorſqu'elle admet dans un triangle deux angles équivalents à deux droits & un troiſiéme angle, lorſqu'elle regarde les côtés d'un triangle

mixte comme analogues, ou les Secteurs d'une courbe comme des triangles, ſans avoir égard aux ſegments dont les valeurs ſont inconnuës. Il n'y a que les ſecteurs du cercle qui ſoient des éléments réguliers, à cauſe de l'égalité des raïons, & parce que la courbure eſt la même dans tout ſon périmétre. Mais les éléments des autres courbes, ſoit ſecteurs, ſoit quadrilatéres, ne ſont point ſemblables, parce que la courbure varie dans les différentes diſtances de l'origine. La loi de l'Equation, qui ſert de fondement aux calculs différentiel & intégral, s'applique ſeulement aux abſciſſes & aux ordonnées, & non à l'aire ni au périmétre. Si chacune de ces défectuoſités eſt inſenſible en particulier, leur ſomme eſt fort éloignée de la préciſion géométrique. Auſſi touts les travaux de la géométrie tranſcendante, au ſujet des rectifications & des quadratures, n'ont eu juſqu'ici aucun ſuccès. Car démontrer la quadrature de (1) l'hyperbole par une ſérie infi-

(1) *Les noms des trois ſections Coniques, Parabole, Hyperbole, Ellipſe, ſont dérivés de trois mots Grecs, qui expriment leurs propriétés, ſçavoir que dans la Parabole* $ax = y^2$, *le quarré de l'Ordonnée eſt égal au plan du Paramétre par la coupée; que dans l'Hyperbole* $x^2 + ax = y^2$, *le quarré de l'Ordonnée ſurpaſſe le plan du Paramétre par la coupée; & que dans l'Ellip-*

nie,

nie, c'eſt faire entendre qu'on n'a pas la quadrature de cette courbe ; c'eſt donner pour meſure ce qui eſt abſurde & contradictoire. Varignon dit que les ſéries infinies, à la maniére de Mercator & de Newton, ſont ſujettes à beaucoup de mépriſes, & qu'il n'eſt pas bien aſſûré de ne s'y pas méprendre lui-même. La ſuppoſition du dernier terme d'une ſérie infinie ne peut vous conduire qu'à trouver une grandeur que vous connoiſſiez déja comme finie. Ce travail eſt auſſi vain que celui d'extraire par les ſéries infinies les racines des incommenſurables.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1715 p. 203.

Le P. Reyneau, anal. démontr. t. 1. liv. 7.

Newton ſe ſert du ſyſtême *des fluxions & des points naiſſants & évanoüiſſants, pour éviter*, dit-il, *la dureté de la méthode des indiviſibles.* Mais une méthode Géométrique, qui mêle dans les corps l'être & le néant, a-t-elle moins de dureté? Quelle apparence auſſi de diſtinguer des fluxions premiéres, ſecondes, troiſiémes, & continuées à l'infini ? Puiſque Newton regarde le point naiſſant & évanoüiſſant comme un dernier rapport, il ne peut admettre, en même tems, d'autres rapports ultérieurs. Cette méthode renferme les mêmes contradictions, qu'il a voulu éviter, des infiniment petits.

Newt. de quadrat. curvar. & princip. math. lib. 1. ſect. 1. ſchol. lemm. 11.

ſe $-x^2 + ax = y^2$, *le quarré de l'Ordonnée eſt moindre que le plan du Paramétre par la coupée.*

La rectification de la Cycloïde, & la quadrature de la Parabole, qui ſe démontrent, dit-on, par le calcul des infiniment petits, n'ont une certitude géométrique, qu'autant qu'elles ſont démontrées par d'autres méthodes. On ſçait que la Cycloïde eſt quadruple de ſon cercle générateur, parce qu'on en a la démonſtration par la voie des tangentes & par celle des développées. Et à l'égard de l'aire compriſe entre l'abſciſſe & l'ordonnée d'une Parabole, qui eſt égale, ſuivant Archiméde à l'aire & au tiers en ſus du triangle rectangle, dont les deux côtés autour de l'angle droit ſont égaux à l'abſciſſe & à l'ordonnée, la géométrie tranſcendante n'en donne pas une démonſtration, puiſque ſa méthode eſt évidemment irréguliére par la défectuoſité des éléments différentiels de cette courbe : & ce n'eſt que par la voie qu'Archiméde a emploïée, qu'on a la démonſtration de cette quadrature.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1701. p. 163.

Archim. de quadrat. Parab.

Cet ancien Géométre a démontré que le cercle eſt égal au triangle rectangle, dont les côtés formant l'angle droit ſont égaux au raïon & à la circonférence du cercle. Mais la rectification de cette circonférence n'a pu être trouvée, ni par le calcul intégral, ni par aucune autre voie. La tangente de la ſpirale propoſée

Archim. de circ. dimenſ.

par Archiméde pour parvenir à cette rectification n'a peut-être pas moins de difficulté que la quadrature du cercle. Robertval ne trouve la tangente de la ſpirale, qu'en ſuppoſant des lignes droites égales à des circonférences de cercles ; ce qui eſt en queſtion. D'ailleurs la propoſition d'Archiméde, de rectifier (1) la circonférence par la tangente de la ſpirale, n'eſt même qu'une approximation, & ne peut, ſuivant Viéte, être priſe pour une préciſion géométrique démontrée.

Supplém. aux mémoir. de l'Acad. des Scienc. t. 6.

La géométrie forme le jugement par

(1) *On publie de tems en tems des quadratures du cercle, où il paroît que les prétendus démonſtrateurs ne connoiſſent pas de quoi il s'agit dans le Problême. Au reſte nous avons de telles approximations de cette quadrature, que quand elle ſeroit trouvée géométriquement, elle n'ajouteroit rien aux uſages qu'on peut en tirer. Dire qu'on ne peut pas quarrer le cercle, c'eſt avoüer qu'il ne peut y avoir de cercle géométrique. Car ſi je puis tracer un cercle, je puis conſtruire une figure ſphérique ſolide ; je puis, par conſéquent, l'entourer d'un fil ; & le développement de ce fil me donne la rectification de la circonférence & la quadrature du cercle. Cet uſage d'un fil n'eſt pas ſeulement emploïé dans les réſolutions méchaniques des problémes, il l'eſt auſſi dans les démonſtrations géométriques, comme dans l'analyſe des infiniment petits du Marquis de l'Hôpital. Sect. 2. prop. 10. exempl. 3. & ſect. 2. prop. 16.*

l'enchainement de ſes démonſtrations : le calcul ménage mieux la capacité de l'eſprit par ſes expreſſions générales. Celle-là tend au but principal des Mathématiques, de rectifier & de fortifier l'entendement ; celui-ci facilite les opérations particuliéres, & la ſolution des problêmes. La premiére eſt plus lumineuſe le ſecond, quoique plus abſtrait, méne plus loin. L'une eſt obligée de prendre de grands détours : l'autre abrége beaucoup le chemin qui conduit au même terme. Les figures de Géométrie préſentent à l'imagination l'objet dont il s'agit ; & la ſuite d'un raiſonnement rappelle à l'eſprit les notions qu'il ſe propoſe : mais le calcul, par ſes expreſſions vagues & indéterminées, couvre toutes les idées d'un voile ſemblable. Tout lui convient également, l'abſurde comme le vrai, le contradictoire comme l'évident. Il ſert auſſi volontiers (1) l'erreur que la vérité ; & incapable d'appercevoir un écueil, il va toujours en avant. Il eſt infaillible dans les conſéquences ; mais pour peu que le principe auquel vous l'appliquez ſe détourne de la plus exacte préciſion, le calcul vous égare, & s'écarte de l'objet & du bon ſens même à toute extrémité.

(1) *Hobbes a regardé l'algébre comme la corruption de la géométrie.*

Il eſt ſourd à la voix du raiſonnement qui réclame, & n'a aucun ménagement pour l'évidence. De là ſont venuës ces opinions ſi bien établies aujourd'hui dans la géométrie tranſcendante, de l'infini géométrique, des différents ordres d'infinis, toujours infiniment plus grands ou infiniment plus petits les uns que les autres, du plus qu'infini, de certains eſpaces finis & infinis égaux entr'eux, de la rencontre des paralléles à l'infini, &c.

Maintenant ſi l'on compare la géométrie élémentaire à la tranſcendante, indépendamment des principes faux (1) ſur leſquelles celle-ci travaille, on trouvera l'élémentaire préférable par l'utilité de ſes objets. Elle meſure les diſtances & les hauteurs inacceſſibles, & les eſpaces céleſtes: au lieu que la tranſcendante, qui ne peut rien ſans ſon ſecours, eſt entiérement occupée de ſuivre le progrès (2) des courbes, d'en examiner les inflexions, les rebrouſſements, les ſerpentements, de chercher leurs rectifi-

(1) *Je ſouhaiterois fort lire ce que M. le Docteur Berkley a écrit depuis peu en Angleterre contre le calcul de l'infini.*

(2) *La théorie des courbes a ſervi à meſurer le tems, à diriger le jet des bombes, à conſtruire les téleſcopes & les microſcopes. Mais dans toutes ces opérations, l'expérience a plus ſervi que les théories des courbes.*

cations & leurs quadratures : toutes recherches dans leſquelles juſqu'ici elle a fait bien peu de progrès.

Outre les calculs différentiel & intégral, dont nous avons déja parlé ; le calcul Exponentiel exprime les puiſſances, dont les Expoſants ſont des grandeurs variables. Les grandeurs Exponentielles ou parcourantes ne ſont pas élevées aux puiſſances conſécutives d'une grandeur fixe, comme au quarré, au cube, &c. d'une même grandeur invariable, mais à toutes les grandeurs de ſuite, dont les nombres naturels ſont les expoſants : en ſorte que la grandeur varie en même tems que la puiſſance. Par exemple, la premiére puiſſance de 1. étant 1. la ſeconde de 2. étant 4. la troiſiéme de 3. étant 27. la quatriéme de 4. étant 256. des grandeurs qui varieroient ſelon cette ſuppoſition, ſeroient comme 1. 4. 27. 256. Le calcul différentiel & l'intégral s'appliquent aux quantités exponentielles, au moïen des Logarithmes de ces quantités.

Le P. Reyneau, anal. démontr. t. 2. p. 597. & 805. Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1711. p. 84.

L'invention des Logarithmes abrége les grands calculs. C'eſt par elle que Néper, Baron de Merchiſton en Ecoſſe, s'eſt aviſé de rendre touts les termes d'une progreſſion arithmétique correſpondants à ceux d'une progreſſion géométrique,

afin que la ſimple addition & ſouſtraction pûſſent ſuppléer à la multiplication & à la diviſion, qui ſont plus compoſées. Le ſyſtême des Logarithmes fut propoſé par ſon Auteur, ſous la forme d'une courbe, appellée de ſon nom, *la Logarithmique de Néper.* La propriété de cette courbe eſt telle, que les abſciſſes étant en proportion arithmétique, les ordonnées ſont en proportion géométrique. Mais comme la colonne de la progreſſion arithmétique avoit de grands vuides, & que les logarithmes de la plûpart des nombres manquoient; pour éviter les fractions, & arriver à des approximations inſenſibles des nombres irrationels, Briggs Profeſſeur d'Oxford travailla aſſiduëment avec plus de 20. perſonnes, pendant 30. années, à remplir ces intervalles de la progreſſion arithmétique, & à trouver des logarithmes rapprochés, en opérant ſur des augmentations très-étenduës des nombres, qui donnérent des approximations de la dix-millioniéme partie d'une unité. Ces tables ſont conſidérées avec raiſon, comme un monument des plus authentiques de l'induſtrie & du travail opiniâtre de l'eſprit humain. Elles ſe trouvent dans le pére des Chales, Ozanam, &c. Il eſt ſurprenant que l'eſprit de l'homme ſoit, en

même tems, capable d'une extrême indolence, ſur ce qui devroit l'intéreſſer davantage, & d'une prodigieuſe activité ſur les ſujets les plus ingrats & les plus rebutants.

Nouvelle méthode d'un calcul différentiel.

JE ne m'attribuë point l'honneur de cette invention; & après avoir, en pluſieurs occaſions, réclamé contre une portion de la géométrie fort contraire à l'eſprit géométrique, j'emprunte aujourd'hui d'un ſçavant Géométre une méthode nouvelle, pour n'admettre dans le calcul aucune idée, qui répugne au raiſonnement, ou qui s'écarte de la préciſion.

Lorſque j'eus publié ma réponſe à un problême ſur l'eſſence de la matiére, M. Roüalle de Boiſgelou, Conſeiller au Grand Conſeil, prit la peine de venir me trouver: il me dit qu'il penſoit, comme moi, ſur l'infini géométrique, & il m'a communiqué depuis le nouveau calcul différentiel, que je vais expoſer très-ſuccinctement, & qui n'a été expliqué nulle part. Quelque force que le ſyſtême des infiniment petits ait tirée des autorités, qui l'ont établi depuis un ſiécle, la préciſion géométrique eſt indé-

pendante de l'opinion.

Soit une équation locale $x=2y$, dont le lieu géométrique eſt la droite AMm ; les appliquées PM, $p\,m$, étant paralléles entr'elles, ce que l'on ſuppoſe toujours, il eſt clair qu'en quelqu'endroit qu'on prenne le point P, la ligne PM (y) qui répondra à la ligne A P (x) ſera toujours la moitié de cette ligne A P, puiſque $x=2y$. Si donc le point P tombe en A, on aura A P (x) nulle, & P M (y) nulle auſſi ; en ſorte que par la loi de l'équation, l'on a $\frac{x}{y}=2$, lors même que x & y ſont devenuës nulles : c'eſt-à-dire, que l'on conſidére toujours dans ces grandeurs devenuës nulles, le rapport qu'elles auroient, ſi elles ne l'étoient pas. Nous diſtinguerons ici deux ſortes de grandeurs nulles ; les grandeurs ſont nulles relativement, lorſque l'une étant nulle, les autres le deviennent auſſi ; elles ſont nulles abſolument, lorſque l'une étant nulle, il ne s'enſuit pas que les autres le deviennent. C'eſt le rapport primitif, qui ſe tire de chaque équation, qui ſoumet au calcul les grandeurs nulles relativement. PL. 5. FIG. 1.

Ce qu'on dit ici pour l'équation $x=2y$, eſt général pour toutes les équations locales ; c'eſt-à-dire, pour les équations

aux courbes géométriques, & même pour les courbes méchaniques, pourvû qu'au défaut d'équations, elles donnent priſe ſur elles par quelque propriété connuë.

PL. 5. FIG. 1. Soit menée M R, paralléle à A P, qui rencontre *pm*, en R, on peut conſidérer A *p*, comme étant A P, augmentée ou diminuée de P *p*, & *pm* comme étant P M, augmentée ou diminuée de R*m*. Et parce que les lignes ne différent entr'elles, que par leurs coëfficients numériques, aïant nommé A P (x), je nommerai P *p* (cx); & aïant nommé P M (y), je nommerai R*m* (dy); les characteriſtiques c, & d, exprimant les coëfficients, qui diſtinguent P *p*, de A P, & R *m*, de P M; en ſorte que ſi $Pp = \frac{AP}{2}$ on aura $cx = \frac{x}{2}$ &, $c = \frac{1}{2}$. Il en eſt de même du coëfficient d. Ces coëfficients numériques ſeront auſſi appellés éléments. P *p* (cx) eſt la différence de AP, & de A*p*, ou ſimplement de AP, parce que A P, & A *p*, ſont regardées, comme une même variable. De même R*m* (dy) eſt la différence de P M, & de *p m*, ou ſimplement de P M. Ce n'eſt pas que P *p*, ne pût être la ſomme des deux lignes A P, & P *p*, ce qui arriveroit, ſi le point *p*, étoit pris de l'autre

côté de A, par rapport au point P, mais parce que le calcul différentiel ne s'applique qu'aux cas, où les points P, & *p*, ſont réünis, & qu'alors *cx*, & *dy*, ou plûtôt *c*, & *d*, ſont nulles, le cas où *cx*, & *dy*, ſeroient ſommes, n'a pas lieu, la ſomme de deux grandeurs, qui ne ſont pas nulles, ne pouvant pas être nulle.

Dans l'équation $x = 2y$, la loi de l'équation donne $Ap = 2pm$, c'eſt-à-dire, $x + cx = 2y + 2dy$; ôtant de part & d'autre x, & $2y$, qui ſont égales, l'équation différentielle eſt $cx = 2dy$; & diviſant par x, & par ſon égale $2y$, on a $c = d$; ce qui n'a lieu que dans l'équation à la ligne droite. Donc le rapport de MR à R*m* $\left(\frac{cx}{dy}\right) = \frac{x}{y} = 2$. Ce qui eſt toujours vrai, lors même que le point *p*, tombe en P, c'eſt-à-dire, après que MR (*cx*) & R*m* (*dy*) ſont devenuës nulles.

Soit $ax = y^2$, la ligne AM*m* étant la parabole ordinaire, l'équation différentielle eſt $acx = 2dy^2 + d^2y^2$, d'où l'on tire, en diviſant par *ax* & par ſon égale y^2, $c = 2d + d^2$. Soit menée par les points M, *m*, la droite *m*MT, qui coupe la courbe aux deux points M, & *m*, & qui rencontre AP, prolongée au point T, les triangles MR*m*, TPM, PL. 5. FIG. 2.

ſont ſemblables : ce qui donne R m (dy). M R (cx) :: P M (y). P T $\frac{cxy}{dy} = \frac{cx}{d}$.

Et parce que, $c = 2d + d^2$, on a la formule générale P T $\left(\frac{cx}{d}\right) = \frac{2dx + d^2x}{d}$ $= 2x + dx$. Maintenant ſi le point p, tombe en P, les lignes P p, M R, R m, & M m, ſeront nulles, & la droite T M m, au lieu d'être ſecante en M, & m, ſera tangente en M. On aura cx, & dy nulles, ou plûtôt c, & d, nulles, & P T $(2x + dx) = 2x$. C'eſt-à-dire, que la ſoutangente eſt double de la coupée.

Soit la courbe A M m un cercle, dont l'équation eſt $-x^2 + ax = y^2$, l'équation differentielle ſera $-2cx^2 - c^2x^2 + acx = 2dy^2 + d^2y^2$, d'où l'on tire $c = \frac{2dy^2 + d^2y^2}{-2x^2 - cx^2 + ax}$ & P T $\left(\frac{cx}{d}\right) = \frac{2dy^2 + d^2y^2}{-2dx - cdx + ad} = \frac{2y^2 + dy^2}{-2x - cx + a}$ Mais les éléments c, & d, étant nuls par la réünion, & les termes dans leſquels ces éléments ſe trouvent, étant effacés, P T $\left(\frac{cx}{d}\right) = \frac{2y^2}{-2x + a}$.

Il eſt à obſerver 1. qu'il n'eſt pas toujours néceſſaire de prendre touts les termes de l'équation differentielle, & qu'on peut négliger ceux où les éléments c, &

d, ſurpaſſent le dégré de la formule, à laquelle on en fait l'application. Ainſi la formule de la ſoutangente étant $PT = \frac{cx}{d}$ il ſuffit de prendre $c = 2d$, dans l'équation différentielle $c = 2d + d^2$, en négligeant d^2, ce qui donne toujours $PT\left(\frac{cx}{d}\right) = 2x$. De même dans l'équation différentielle pour le cercle, il ſuffit de prendre $-2cx^2 + acx = 2dy^2$, en négligeant c^2x^2 & d^2y^2.

2. Que dans les formules, les éléments c, & d, ne ſont qu'au premier degré, lorſque la réünion eſt de deux points ſeulement; au ſecond dégré, lorſque la réünion eſt de trois points; au troiſiéme, lorſqu'elle eſt de quatre points, & ainſi de ſuite. La raiſon en eſt que les formules, qui ſont les réſolutions générales des problêmes, ſe tirent des proportions ou des produits que donnent les triangles différentiels, & que dans la réünion de deux points, il n'entre qu'un triangle différentiel, deux dans la réünion de trois points, &c.

3. Qu'on ne compte, pour points réünis, que ceux qui, avant la réünion, ſe trouvent ſur une même ligne.

Dans cette méthode, on deſcend toujours du cas général, où les différen-

ces ſont quelconques, au cas particulier où elles ſont nulles; ainſi c'eſt du problême général de la ſécante, qu'on deſcend au problême particulier de la tangente, la tangente n'étant, en effet, autre choſe qu'une ſécante, dont les deux points de ſection ſont réünis.

Il eſt facile d'appercevoir les avantages de cette méthode ſur celle des infiniment petits. Le calcul des éléments c, & d, eſt plus exact que celui de la caractériſtique, d, de Leibnits, qui s'appliquant à toutes les variables, n'en eſt pas le coëfficient, & ne préſente pas les différences dx, dy, ſous l'idée de grandeur, ce qui rend la formule $PT\left(\frac{c.x}{d}\right)$ préferable à $PT\left(\frac{ydx}{dy}\right)$. Les triangles différentiels, qu'on emploie, dans cette méthode, ſont rectilignes: dans l'autre on compare des triangles mixtes à des triangles rectilignes, & par conſéquent, on prend pour ſemblables des triangles, entre leſquels il n'y a point d'analogie. Enfin les grandeurs qu'on néglige dans cette méthode, ſont effectivement nulles; au lieu que, dans l'autre, c'eſt un défaut de préciſion, de négliger des grandeurs, qui ne ſont pas nulles.

Des différences ſecondes.

Première définition.

Soit une courbe A M *m*, dont l'axe eſt A P *p*, & dont les appliquées P M, *p m*, ſont paralléles entr'elles, ſi l'on mene la droite T M, tangente en M, & prolongée indéfiniment, l'appliquée P M, & une autre appliquée quelconque *p m*, laquelle prolongée, s'il eſt néceſſaire, rencontre la droite T M, en un point H, la droite H *m*, ainſi conditionnée, ſera appellée différence ſeconde de P M. PL. 5. FIG. 3.

Si l'on mene M R, paralléle à A P, laquelle rencontre l'appliquée *p m*, en R, il eſt évident que l'appliquée P M, eſt terminée en M, par la courbe A M *m*, & par la droite T M, puiſque T M, eſt tangente en M. En ſorte que *p m*, eſt P M, augmentée de R *m*, relativement à la courbe A M *m*; & *p* H, eſt P M, augmentée de R H, relativement à la droite T M. C'eſt-à-dire, que R *m*, & R H ſont toutes deux les différences de P M, ſelon que l'on conſidére P M, relativement à la courbe A M *m*, ou à la droite T M. C'eſt pourquoi H *m*, qui eſt la différence des deux droites R *m*, R H, eſt la différence des deux différences de

P M, ce qui fait qu'elle eſt appellée différence ſeconde de P M.

Seconde définition.

PL. 5. FIG. 3. Si du point *m*, l'on mene la tangente *m* t, laquelle rencontre l'appliquée P M, au point *h*, la ligne *h* M, ſera la différence ſeconde de *p m*: & parce que H *m*, différence ſeconde de P M, eſt priſe ſur *p m*, & que *h* M, différence ſeconde de *p m*, eſt priſe ſur P M, les deux droites, H *m*, *h* M, ſeront appellées différences ſecondes alternes.

Soit menée *m r*, paralléle à A P, qui rencontre P M, en *r*, il eſt évident que *p m*, eſt terminée en *m*, par la courbe A M *m*, & par la droite *t m*; en ſorte que les raiſonnements faits ſur la différence H *m*, s'appliquent à la différence alterne *h* M.

PL. 6. FIG. 4. Si l'on ſuppoſe que la ligne T M, au lieu d'être tangente en M, ſoit ſécante en M, & N, les ſuppoſitions étant d'ailleurs les mêmes, que dans la premiére définition, ſoit menée l'appliquée N Q, qui rencontre M R, en S, & nommant les variables A P (*x*) P M (*y*), les différences M R (*cx*) R *m* (*dy*), M S (*m x*) S N (*ny*), & la différence ſeconde H *m* (*ey*); les triangles T P M, MRH, MSN,

ſont ſemblables, & ils donnent MR (cx). R H ($dy + \epsilon y$) : : M S (mx). S N (ny). D'où l'on tire $\frac{c}{d+\epsilon} = \frac{m}{n}$. Maintenant ſi le point N tombe en M, les lignes M S(mx), S N (ny) ſeront nulles, c'eſt-à-dire, que les éléments m, & n, ſeront nuls, la droite T M N, ſera la tangente T M, & l'on retombera dans le cas de la premiére définition. Or l'Equation à la courbe étant donnée, on en tirera une équation différentielle pour les différences M S (mx) S N (ny), qui donnera la valeur de $\frac{m}{n}$ laquelle étant ſubſtituée dans l'équation $\frac{c}{d+\epsilon} = \frac{m}{n}$, donnera la valeur de ϵ, en c, & en d.

Soit la courbe A M m, une parabole ordinaire, dont l'équation eſt $ax = y^2$, l'équation différentielle pour les différences MS (mx) SN (ny) ſera $amx = 2ny^2 + n^2y^2$; ou $m = 2n + n^2$; d'où l'on tire $\frac{m}{n} = 2$, en négligeant n^2. L'équation $\frac{c}{d+\epsilon} = \frac{m}{n}$, deviendra $= 2$, qui donne $\epsilon = \frac{c-2d.}{2}$ Et parce que l'équation pour les différences M R (cx), R m (dy) eſt

$acx = 2dy^2 + d^2y^2$, qui donne $c = 2d + d^2$, ou $c - 2d = d^2$, on aura encore $\epsilon = \frac{d^2}{2}$ en mettant d^2, au lieu de $c - 2d$

Il eſt évident que quelque ſoit l'équation à la courbe, les deux équations différentielles, qu'on tire pour les différences M S (mx), S N (ny), & pour les différences M R (cx), R M (dy) ſont ſemblables : c'eſt-à-dire, que les éléments m, n, dans l'une, ſont emploiés de la même maniére que les éléments c, d, le ſont dans l'autre, car ce qui eſt mx, ny, dans l'une, eſt cx, dy, dans l'autre ; d'où il réſulte une maniére encore plus ſimple de prendre la valeur de ϵ, en c, & en d.

L'équation à la courbe étant donnée, on en tirera l'équation différentielle pour les différences M R (cx), R m (dy), en prenant les éléments c, & d, juſqu'au ſecond dégré incluſivement. Et aïant diſpoſé cette équation de maniére, que le premier membre ne ſoit compoſé que des grandeurs, où ces éléments ſont au premier dégré, & que le ſecond membre ſoit compoſé des autres termes, où ces éléments ſont au ſecond dégré, le premier membre ſeul fournira une expreſſion de $\frac{c}{d}$ qui tiendra lieu de $\frac{m}{n}$;

laquelle étant égalée à $\frac{c}{d+\epsilon}$, on en déduira la valeur de ϵ, en c, & en d.

Soit $-x^2+ax=y^2$, l'équation à la courbe : l'équation différentielle pour cx, dy, eſt $-2cx^2-c^2x^2+acx=2dy^2+d^2y^2$, laquelle diſpoſée, comme on vient de l'expliquer, eſt $-2cx^2+acx-2dy^2=c^2x^2+d^2y^2$. Le premier membre ſeul donne $\frac{c}{d}=\frac{2y_2}{-2x^2+ax}$. On aura donc $\frac{c}{d+\epsilon}=\frac{2y_2}{-2x^2+ax}$, d'où l'on tire $\epsilon=\frac{-2x^2+acx-2dy^2}{2y^2}$, & $\epsilon=\frac{2cx^2+2dy^2}{2y^2}$ puiſque $-2cx^2+acx-2dy^2=c^2x^2+d^2y^2$.

On trouvera par la théorie qui ſuit la valeur de hM, différence ſeconde alterne. Si l'on ſuppoſe que la ligne tm, au lieu d'être tangente en m, ſoit ſécante en m, & N, les ſuppoſitions étant d'ailleurs les mêmes que dans la ſeconde définition, ſoit menée l'appliquée N Q, qui rencontre mr, en S; & nommant les variables A P, (x), P M (y), les différences mr (cx), r M (dy), m S (mx), S N (ny), & la différence ſeconde hM (gy); les triangles tpm, mrh, m S N ſont ſemblables, & ils donnent $mr\,(cx).rh\,(dy-gy)::m\,S\,(mx).S\,N\,(ny)$. FIG. 3. &

d'où l'on tire $\frac{c}{d-g} = \frac{m}{n}$. Maintenant si le point N, tombe en m, les lignes m S, S N, m N seront nulles, ainsi que les éléments m, n; la sécante tm N, deviendra la tangente tm, & l'on retombera dans le cas de la seconde définition. Or l'équation à la courbe étant donnée, on en tirera une équation différentielle pour les différences m S (mx) S N (ny), d'où l'on déduira la valeur de $\frac{m}{n}$; laquelle étant substituée à $\frac{m}{n}$, dans l'équation $\frac{c}{d-g} = \frac{m}{n}$, donnera une valeur de g, en c, & en d.

Soit l'équation $ax = y^2$, l'équation pour les différences p Q (mx), S N (ny), sera $amx - 2ny^2 + 2dny^2 + n^2y^2$, ou $m = 2n + 2dn + n^2$, d'où l'on tire $\frac{m}{n} = 2 + 2d + n$, ou seulement $\frac{m}{n} = 2 + 2d$, en négligeant n, parce que la sécante tm N, devenant la tangente tm, ce qui peut se faire, sans que m, tombe en M, il n'est question que de la réünion des deux points m, N. L'équation $\frac{c}{d-g} = \frac{m}{n}$ deviendra donc $\frac{c}{d-g} = 2 + 2d$

d'où l'on tire $g = \frac{-c+2d+2d^2}{2+2d}$; &

$g = \frac{d^2}{2+2d}$, puiſque $c-2d=d^2$. Et parce qu'on a trouvé ci-deſſus pour la parabole ordinaire, $\epsilon = \frac{d^2}{2}$, on aura cette proportion, $\epsilon. g :: \frac{d^2}{2}. \frac{d^2}{2+d} :: 1+d. 1$.

Lors donc que le point m, tombe en M, ce qui eſt le cas du calcul différentiel, les éléments c, & d, ſont nuls, & la proportion précédente devient $\epsilon. g ::$ 1. 1. Ainſi les éléments ϵ, & g, ſont égaux, ce qui donne H m $(\epsilon y) = h$ M (gy), c'eſt-à-dire, que les deux différences alternes ſont égales. On connoîtra aiſément, par l'analyſe dont on s'eſt ſervi, que le problême, dont on a fait l'application à la parabole ordinaire, eſt général pour toutes les autres équations. PL. 5. FIG. 3.

Il eſt à obſerver qu'on a pris ici R H $= dy + \epsilon y$, & $rh = dy - gy$. Cependant on pourroit avoir R H $= dy - \epsilon y$, & $rh = dy + gy$. Mais les raiſonnements, ſeroient toujours les mêmes. De plus parce que l'on ſuppoſe en général, que x croiſſant, y croît auſſi, & que le point T, tombe de l'autre côté du point A, par rapport au point P, l'analogie demande qu'on prenne auſſi R H $= dy$ PL. 5. FIG. 3.

$+ \varepsilon y$, & $rh = dy - gy$, qui ſont liées avec cette ſuppoſition. Lorſque le cas, qui a été pris pour général, n'a pas lieu, on en eſt averti par des expreſſions négatives.

On a vû ci-deſſus, qu'on trouve toujours deux valeurs de l'élément ε, de la différence ſeconde H m, en c, & en d, l'une dans laquelle ces éléments ſont au premier degré, l'autre dans laquelle ils ſont au ſecond. Il eſt indifférent de laquelle de ces deux valeurs on ſe ſerve, puiſqu'elles ſont égales. Cependant, parce que dans les formules, où ſe trouve l'élément ε, touts les termes étant pris en c, ou en d, ſont tels que l'élément c, ou d, ſe trouve au ſecond degré, parce qu'alors il y a réünion de trois points, il eſt plus ſimple de prendre celle des deux valeurs de ε, où les éléments c, & d, ſont élevés au ſecond degré. C'eſt pour cette raiſon, que les géométres infinitaires, ne conſidérant pas les points M m, comme réünis, mais comme infiniment proches, ni les lignes P p, M R, R m, R H, comme nulles, mais comme infiniment petites, regardent la différence ſeconde H m, comme infiniment petite, par rapport aux différences M R, R m, leſquelles ſont elles-mêmes infiniment petites, par rapport aux variables A P, P M.

Les géométres remarqueront, peut-

être avec quelque ſurpriſe, que la méthode emploïée par le Marquis de l'Hôpital, donne une valeur de la différence ſeconde, double de ce qu'elle eſt effectivement, & de plus, négative au lieu d'être poſitive. Car il a été démontré que l'équation de la parabole ordinaire $ax = y^2$. donne $\epsilon = \frac{d^2}{2}$ d'où l'on tire $\epsilon y = \frac{dy^2}{2y}$; c'eſt-à-dire, $H\,m = \frac{R\overline{m}^2}{2y}$. Maintenant, ſi l'on ſuit les ſuppoſitions du Marquis de l'Hôpital, on nommera $H\,m\,(ddy)$, $R\,m\,(dy)$, & ſon quarré $R\overline{m}^2 = dy^2$; ce qui donnera, à cauſe de $H\,m = \frac{R\overline{m}^2}{2y}$, $ddy = \frac{dy^2}{2y}$. Cependant le Marquis de l'Hôpital, par ſon calcul, trouve $-ddy = \frac{\overline{m-1}\,dy^2}{y}$, pour l'équation $x = y^m$, qui eſt la parabole ordinaire, lorſque $m = 2$. C'eſt-à-dire qu'alors $-ddy = \frac{\overline{m-1}\,dy^2}{y}$ devient $-ddy = \frac{dy^2}{y}$; ce qui donne $ddy = \frac{-dy^2}{y}$, & non pas $ddy = \frac{dy^2}{y}$ comme on le prétend ici. Il eſt donc évident que la valeur de la différence ſeconde $H\,m\,(ddy)$, trouvée par le Marquis de l'Hôpital, eſt dif-

PL. 6. FIG. 4.

Anal. des infin. petits, p. 84. exempl. 3.

férente de celle qui réſulte de cette méthode, en ce que l'une eſt négative & double de l'autre, & que par conſéquent, il y a erreur, dans l'une ou dans l'autre méthode. Si l'on fait attention à la théorie, que donne le Marquis de l'Hôpital, pour trouver la différence ſeconde *ddy* par le calcul, on verra qu'effectivement il en réſulte une valeur de *ddy* : mais il ne s'enſuit pas de là que cette valeur de *ddy* ſoit l'expreſſion de la ligne qu'il a priſe pour différence ſeconde, dans la définition qu'il en a donnée : auſſi ne l'a-t'il pas démontré : au lieu que par cette méthode, les triangles ſemblables TPM, MRH, ſur leſquels touts les raiſonnements ſont fondés, démontrent que c'eſt de la même ligne qu'on a entenduë par H*m* (ε*y*), qu'on a la valeur.

Il reſte à faire l'application de la méthode nouvelle des différences ſecondes à quelque problême. Je ne m'arrêterai qu'à celui des développées de Huguens ; & parce que le Marquis de l'Hôpital a expliqué à fond en quoi elles conſiſtent, je paſſe d'abord au problême général.

PL. 6. FIG. 6. Soit une courbe AM*m*, à laquelle on a mené la droite TM, tangente en M, la droite MC perpendiculaire à TM, une autre droite *tm*, tangente en un point *m*, & une ligne *m* C, perpendiculaire

laire à *tm*, & qui rencontre la droite MC, au point C; il eſt queſtion de déterminer quelle ſera la longueur de MC, lorſque le point *m*, tombera en M, c'eſt-à-dire, de trouver la valeur du raïon de la développée MC.

Aïant mené les appliquées MP, *mp*, perpendiculaires à AP, & prolongées de part & d'autre, s'il eſt néceſſaire, elles rencontreront les tangentes TM, *tm*, auſſi prolongées en H & en *h*; aïant auſſi mené les droites CE, MR, *mr*, paralléle à AP, & qui rencontrent les appliquées PM, *pm*, aux points E, *e*, R, *r*; je nomme les variables AP (*x*) PM (*y*) les différences MR (*cx*) R*m* (*dy*), les différences ſecondes alternes H*m* (*ey*) *h*M (*gy*): à cauſe de l'angle TMC, qui eſt droit par la ſuppoſition, les triangles MRH, TPM, MEC, ſont ſemblables, & ils donnent MR (*cx*). RH (*dy* + *ey*) :: ME (*z*). CE $\left(\frac{dyz + eyz}{cx}\right)$. On a auſſi C*e* = CE $\left(\frac{dyz + eyz}{cx}\right)$ — E*e* (— *cx*). C'eſt-à-dire C*e* = $\frac{dyz + eyz - c^2x^2}{cx}$. Et parce que l'angle *tm*C eſt droit par la ſuppoſition, les triangles *mrh*, *ptm*, *me*C, ſont ſem-

blables, & ils donnent $mr\ (cx).\ rh\ (dy - gy) :: me\ (z + dy)$. Ce $\left(\frac{dyz + \epsilon yz - c^2x^2}{cx}\right) = \frac{dy - gy \times z + dy}{cx}$; d'où l'on tire, (en multipliant le tout par cx, & faisant les opérations indiquées & les réductions,) $\epsilon yz + gyz - c^2x^2 - d^2y^2 + dgy^2 = 0$; ce qui donne $ME\ (z) = \frac{c^2x^2 + d^2y^2 - dgy^2}{\epsilon y + gy}$, qui exprime la valeur de ME, lorsque les points M, m, sont quelconques.

Maintenant si le point m tombe en M, ce qui est la condition du problême, les différences secondes alternes seront égales, c'est-à-dire, que $g = \epsilon$. De plus, la valeur de ϵ, ou de g, en c, & en d, est telle que les éléments c, & d, s'y trouvent au second degré; ainsi le terme $-dgy^2$, où ils seroient au troisiéme est inutile, & la formule devient $z = \frac{c^2x^2 + d^2y^2}{2\epsilon y}$.

Or l'équation à la courbe étant donnée, l'équation différentielle donnera la valeur de ϵ, en c, & en d, comme on l'a démontré ci-dessus, & une valeur de c, en d; en sorte qu'on en déduira une valeur de z, dégagée d'éléments.

Soit l'équation $ax = y^2$. Il a été démontré ci-dessus, que l'équation différentielle donne $c - 2d = d^2$, d'où l'on dé-

duit $c = \frac{d^2}{z}$; ce qui donne $z = \frac{c^2x^2 + d^2y^2}{a^2y}$.

L'équation $c - 2d = d^2$, ou $c = 2d + d^2$, donne aussi $c^2 = 4d^2 + 4d^3 + d^4$, ou simplement $c^2 = 4d^2$, en négligeant $4d^3$, & d^4 qui surpassent le second dégré. On aura donc $z = \frac{4d^2x^2 + d^2y^2}{d^2y}$, ou $z = \frac{4x^2 + y^2}{y}$

C. Q. F. T.

Je ne donnerai aucuns autres exemples, ni aucunes constructions, afin d'abreger. Je ne dirai rien non plus des différences troisiémes, quatriémes, & ainsi de suite sans bornes. La nouvelle méthode s'y applique d'une maniére semblable : car ce calcul n'est pas moins fécond, ni moins étendu que celui des infiniment petits.

CHAPITRE SECOND.

De la Physique ancienne & moderne.

La Physique n'est le plus souvent qu'un essai d'opinions, & de conjectures. Les modernes y ont fait d'utiles découvertes ; elle s'est éclairée du flambeau de la Géométrie ; ses conséquences sont soutenues par l'évidence des cal-

La Physique n'est qu'un essai de conjectures.

culs ; elle n'admet que des raiſonnements vraiſemblables ; elle s'aſſûre des faits avant que d'en expliquer les cauſes ; elle a emploié heureuſement les expériences, pour tirer de la nature pluſieurs de ſes ſecrets : mais la ſociété de la géométrie & de la phyſique a ſouvent produit des abus. L'une & l'autre de ces ſciences eſt ſortie de ſon charactére. La phyſique a donné des conjectures, ou qui pis eſt, des enchainements d'erreurs ténébreuſes, pour des démonſtrations. La géométrie a reçu des hypothéſes, & quelquefois des contradictions, au nombre des vérités démontrées.

Des hypothéſes & des expériences.

Les effets naturels ne peuvent être expliqués ſans quelque ſyſtême, qui lie les cauſes phyſiques les unes aux autres, & qui confirme l'uſage des principes par la correſpondance qui ſe trouve entr'eux ; ſans quoi l'explication d'un phénoméne réfuteroit le plus ſouvent une autre explication. L'eſſence de la phyſique eſt de remonter aux principes des effets naturels : ſi elle fait des expériences, c'eſt dans la vuë d'en découvrir les cauſes. La phyſique eſt eſſentiellement le méchaniſme de la nature ; elle ne peut ſe paſſer d'hypothéſes ; car elle n'eſt pas un recueil de faits.

Les expériences ne ſont pas moins va-

riables que les raiſonnements. Ce qu'il y a d'artificiel dans une expérience, dérange ſouvent le méchaniſme naturel. *Un habile artiſte ſe rend le maitre du réſultat d'une expérience: ainſi elle n'a jamais rien de bien déciſif, puiſqu'on peut toujours douter ſi un plus habile artiſte ne forceroit pas la nature à un réſultat fort différent, ou qui modifieroit au moins beaucoup les conſéquences qui ſemblent naitre d'une première expérience.* Une circonſtance imperceptible empêche de retrouver un phénoméne; elle en change entiérement les conſéquences & les calculs. La Phyſique ſyſtématique s'appuie cependant ſur l'expérimentale: l'une & l'autre doivent concourir à l'explication des effets naturels. Le Phyſicien de bonne foi reconnoîtra, qu'on ne peut avoir une connoiſſance abſolue & poſitive de la nature des corps. Il ne doit pas ſe vanter de dire ce que les choſes ſont; toute ſa ſcience conſiſte à conjecturer ce qu'elles peuvent être.

Mémoir. de Trév. Décemb. 1735. part. 1. p. 2421.

Des Cartes, dans ſon traité de la lumiére, a la ſincérité de convenir qu'un ſyſtême de Phyſique eſt un roman, ou une fiction. Mais il contredit ailleurs un ſentiment ſi raiſonnable, en diſant qu'il croiroit ne ſçavoir rien en Phyſique, s'il ſçavoit ſeulement expliquer comment les choſes peuvent être, ſans prouver qu'el-

T. 2. Epiſt. 37. & Princip. part. 4. in fin.

les ne peuvent être autrement. Quelle eſt l'origine des éléments Cartéſiens, & comment ils furent formés, c'eſt le roman de la Phyſique : mais leur exiſtence, leur application aux phénoménes, leur analogie avec les éléments ſenſibles, c'eſt le réel de la phyſique, autant que cette philoſophie eſt ſuſceptible de connoiſſances réelles.

De la conſtruction méchanique du monde.

Aucun Cartéſien ne peut penſer que les trois éléments, ſur leſquels eſt fondé le méchaniſme de l'univers, aïent été produits & enſuite mis en œuvre par le mouvement ſeul, ni que le Monde matériel ait pris cette forme réguliére en conſéquence d'un méchaniſme efficace par lui-même. Ce ſeroit une ſuppoſition contradictoire, & la plus inſenſée de toutes les erreurs : il eſt évident même qu'aucune philoſophie n'eſt plus oppoſée à un méchaniſme dépourvû d'intelligence, que celle qui admet partout des loix générales & des vuës ſyſtématiques. Mais en reconnoiſſant qu'une toute-puiſſance infinie a créé le Monde, que la ſageſſe du Créateur y a établi des loix qui ſont la Nature même, c'eſt une penſée d'un grand Philoſophe de remonter aux principes des phénoménes avec aſſez de pénétration, pour déduire de ces loix générales la formation d'un Monde entiére-

ment ſemblable à celui-ci.

C'eſt ſur ce fondement qu'il eſt permis d'élever la conſtruction d'un Monde méchanique, & de prétendre que l'ordre de cet univers eſt tellement lié avec les loix établies par la providence d'un Créateur, que le mouvement & la matiére euſſent été capables, en conſéquence de ces loix, de produire un Monde. D'auſſi grandes penſées peuvent même donner lieu à faire plus de progrès dans la connoiſſance de la Nature ; & c'eſt le cas d'appliquer ce que dit Képler de quelques hypothéſes aſtronomiques, *qu'elles peuvent ſervir très-utilement à ceux qui ſont fort éloignés de les regarder comme des choſes réelles.*

Kepl. epiton. aſtron. p. 448. *&* 673.

Les progrès de la Phyſique ont été arrêtés pendant un grand nombre de ſiécles par un reſpect ſervile pour l'antiquité. Une témérité effrénée de nouveautés a pris ſa place ; & je ne ſçais ſi elle n'eſt pas encore plus préjudiciable. Pour donner une apparence de ſcience profonde (1) à ces nouveautés, on les a revêtuës du charactére impoſant de la géométrie : tout eſt aujourd'hui infini, ſinus, quarrés de viteſſe ; mais jamais la Phyſique ne fut ſi remplie d'abſurdités, que depuis

La Phyſique devenuë barbare & hériſſée de calculs.

(1) Defenſi tenebris & dono noctis opacæ. *Virg.*

qu'elle ne ſe montre plus que ſous un maſque de démonſtration.

Elle eſt devenuë en même tems barbare & hériſſée de calculs. La remarque en a été faite, dans le diſcours préliminaire du calcul intégral de Stone, où il eſt dit *que la géométrie n'eſt plus qu'un reſaſſement de lettres & de ſymboles, de tables & de formules, de tarifs en un mot & de comptes faits. Qu'avec les aridités & les épines d'une algébre triplement indéchiffrable, on ſe trouve condamné au ridicule emploi de calculer éternellement* (1) *à faux & à vuide, d'accumuler lettres ſur chiffres, ſymboles ſur ſignes; que*

(1) *Les grands calculs nous en impoſent par une préciſion affectée, dans le tems qu'ils ſont remplis d'erreurs énormes. Leeuwenock fait monter le nombre des hommes qui ſont actuellement ſur la terre à treize milliars trois cents quatre-vingt cinq millions. Leeuwenock, lettr. 1. Nieuwentyt, liv. 3. de l'exiſt. de Dieu, ch. 2. Vous croiriez ce calcul fondé ſur quelque connoiſſance préciſe: au contraire, je ferai voir, dans le chapitre des Naturaliſtes, que ce nombre eſt ſeulement d'environ neuf cents millions, y compris les deux ſexes. Newton vous dit que le ſoleil contient deux cents vingt-ſept mille cinq cents douze fois plus de matiére que la terre; le tout meſuré & peſé exactement. Newt. lib. 3. princip. Math. prop. 8. Je pourrois citer cent autres calculs pareils. J'ai été frappé des immenſes diſproportions de calcul, ſur leſquelles Newton a compoſé ſes principes Mathématiques, comme je le démontrerai à la fin de ce chapitre.*

la Physique se trouve métamorphosée en un calcul Arabe & presque Osthrogoth.

La plûpart des Philosophes ont échoüé, pour ainsi dire, en s'embarquant. Ils ont ignoré ce que c'étoit en général, que cette nature dont ils prétendoient expliquer les opérations. Aristote définit la nature, *le principe du mouvement & du repos.* Il dit aussi *que c'est une cause qui se porte toujours à ce qu'il y a de meilleur.* Cicéron explique ce qu'il en pense, par *une force* (1) *capable d'exciter les mouvements nécessaires, dépourvuë d'intelligence, mais susceptible d'ordre, réglée dans ses démarches & dont aucune imitation, aucun art, aucun ouvrier ne peut égaler l'industrie.* Cœlius Aurelianus attribuë à Asclépiade (2) ce dogme des Stoïciens, que tout se fait par des loix naturelles & nécessaires; & que *la nature n'est autre chose que la matiére, & le mouvement.* Hippocrate au contraire parloit de la nature *comme d'un principe intelligent*, & lui attribuoit *des facultés*,

Erreurs des Philosophes sur la nature en général.

Physicor. lib. 2. c. 1.

De partib. lib. 2. c. 14.

Galen. facult. natural. lib. 1. c. 12.

(1) Vis quædam sine ratione, ciens motus in corporibus necessarios; sed vis particeps ordinis, tamquàm viâ progrediens: cujus solertiam nulla ars, nemo artifex consequi potest imitando. *Cic. de nat. deor. lib. 2.*

(2) Omnia fieri necessitate, & nihil sine causâ, & neque naturam aliud esse quàm corpus, vel ejus motum. *Cœl. Aurelian. de morbis acutis & chronicis, lib. 1. c. 14.*

dont l'une repouſſe, l'autre attire, l'autre retient, &c.

Dans le roman de la roſe, la nature dit en parlant de Dieu :

Cettui grand ſire tant me priſe,
Qu'il m'a pour ſa chambriére priſe,
Pour ſa chambriére certes, voire
Pour connétable, ou pour vicaire.

Mais c'eſt plutôt un tour poëtique qu'une opinion ſérieuſe, qui faſſe de la nature un être intelligent, diſtinct de Dieu même, & exécutant ſes commandements. Les uns ont entendu par elle *un agent aveugle, qui formoit toutes choſes au hazard*; les autres l'ont regardée, comme *la matiére animée par un eſprit univerſel*; quelques-uns l'ont priſe pour Dieu même; & il y en a bien peu qui en aïent eu une idée aſſez juſte, & aſſés claire, pour la définir, comme un poëte moderne (1): *La loi immuable établie par le Tout-*

(1) Naturam verò appello legem omnipotentis
Supremique Patris, quam primâ ab origine mundi,
Cunctis impoſuit rebus, juſſitque teneri
Inviolabiliter, dùm mundi ſæcla manerent.
Nam legem hanc rerum formis Deus indidit, unde
Cùm rebus dant eſſe, Dei mandata libenter
Efficiunt formæ, & nequeunt hanc fallere legem. *Marcell. Paling. zodiac. lib.* 11.

puiſſant dès la création du monde, ſuivant laquelle la différence des formes eſt appliquée à la matiére. Des Cartes a réduit la même penſée en moins de paroles, appellant la nature *l'ordre & la diſpoſition que Dieu a etablis dans les choſes créées.* *Meditat. 6.*

Les explications de l'ancienne Phyſique étoient des ſons vuides de ſens.

L'ancienne Phyſique étoit un aſſemblage de termes embroüillés & obſcurs, qui ne ſignifioient rien. Au lieu d'explications elle ſubſtituoit des mots qui n'avoient aucun ſens, comme les termes généraux d'*acte*, *de puiſſance*, *de propriétés ſpécifiques*, *de facultés occultes*, *de vertus intrinſéques*, *de qualités naturelles*, *de formes ſubſtantielles*, *d'accidents*, *de ſympathie & d'antipathie*, *de puiſſance attractive ou expultrice*, *de cauſes équivoques ou univoques*, *d'attrait vers le centre*, *de crainte du vuide*, & autres expreſſions qui n'avoient rien de phyſique.

Si le deſſein d'Ariſtote eût été de n'enſeigner que des choſes utiles, il n'eût pas établi *la Privation* pour principe: ce qu'il prouve par l'exemple d'une ſtatuë que l'ouvrier ne peut faire ſans choiſir une matiére, qui ne ſoit pas encore cette ſtatuë qu'il ſe propoſe de faire. Le Carteſianiſme paroiſſoit avoir proſcrit ſans retour un langage ſi peu convenable à la vraie philoſophie. *Ariſtot. lib. 1. phyſicor. c. 8.*

Ce que nous disons ici de l'ancienne physique, doit s'entendre, non pas de quelques sentiments particuliers des anciens, qui ont été les germes des nouvelles découvertes, mais de la physique reçûë anciennement dans le plus grand nombre des écholes, de la physique dont le Lycée retentissoit, des principes Péripatéticiens, qui ont régné jusqu'à des Cartes. La physique nouvelle attribuë toute la variété des formes à une simple différence, dans l'arrangement & le mouvement des parties de la matiére. Elle a épargné la dépense de la nature, pour en mieux expliquer la fécondité. Toutes ses vûës tendent à une sage œconomie, semblable à un entrepreneur, qui emporte sur ses concurrents la préférence d'un marché au rabais.

Contrariétés des Physiciens sur les éléments.

Quelles contrariétés parmi les philosophes, quelle diversité d'opinions touchant les éléments ! Thales établissoit l'eau pour (1) principe général : il se fondoit sur cette raison, que tout dans la nature jusqu'au soleil même se nourrit de l'humidité. Cette doctrine étoit tirée des Phéniciens. Numenius l'appuïoit sur ces

Stanl. hist. phil. s. c. 6.

(1) Thales Milesius, qui primus de talibus rebus quæsivit, aquam dixit esse initium rerum ; deum autem eam mentem, quæ ex aquâ cuncta fingeret. *Cic. de nat. deor. lib. 1.*

paroles de Moïse (1) *l'esprit de Dieu étoit porté sur les eaux* : comme si par les eaux on eût dû entendre l'universalité de la matiére. Mégasthéne attribuoit la même opinion aux Philosophes Indiens. *Ap. Strab. lib. 15.*

Sanchoniaton réduisoit les élément au soufle d'un air ténébreux, & au cahos ou à une matiére confuse. *Sanchon. ap. Eusеb. lib. 1. Præp. c. 9.*

Phérécyde ne reconnoissoit d'élément que la terre; Anaximandre, l'infini; Anaximéne, l'air; & Diogéne Apolloniate, disciple d'Anaximéne, (2) soutenoit que l'air n'étoit le principe général, que parce qu'il étoit doué d'une portion de la raison divine: Xénophane mettoit le premier principe dans l'unité; Anaxagore (3) dans les petites parties semblables;

(1) Et spiritus Domini ferebatur super aquas. *Gen. in init.*

(2) Diogenes quoque Anaximenis alter auditor, aërem quidem dixit esse materiam de quâ omnia fierent, sed eum esse compotem divinæ rationis, sine quâ nihil ex eo fieri posset. *S. Aug. de civit Dei, lib. 8. c. 2.*

(3) Principium rerum quam dicit homœomeriam:

Ossa videlicet è pauxillis atque minutis
Ossibu', sic & de pauxillis atque minutis
Viscеribus viscus gigni, sanguenque creari,
Sanguinis inter se multis coëuntibu' guttis;
Ex aurique putat micis consistere posse
Aurum, & de terris terram concrescere parvis, &c. *Lucret. lib. 1.*

Pythagore, dans les nombres ; Empédocle dans l'amour ou la ſympathie ; Héraclite & Archelaüs, dans le feu ; Epicure, dans les atomes ; Parménide, dans le chaud & le froid ; Athénée le médecin (1), dans les quatre premiéres qualités, chaud, froid, humide, & ſec : il ajoute un cinquiéme élément, l'eſprit qui pénétre touts les corps & les conſerve dans leur état naturel. Zénon faiſoit conſiſter les éléments dans le feu, l'air, l'eau & la terre ; Pline y ajoutoit le ſel. Les éléments des Chimiſtes ſont le mercure, le ſoulphre, le ſel, le phlegme, & la tête morte ; à quoi Paracelſe ajoute la quinte-eſſence.

Les uns ont confondu les éléments & les principes ; les autres les ont diſtingués, comme Ariſtote, qui admet quatre éléments, la terre, l'eau, l'air, & le feu ; & trois principes, la matiére, la forme, & la privation. Les Egyptiens rapportoient touts les principes à la chaleur du ſoleil, à l'humidité de la lune, & à la température moïenne de l'air, qu'ils conſidéroient comme un canal de communication propre à diſtribuer dans toutes les parties du monde les qualités con-

Diod. Sic. lib. 1.

(1) *Athénée le médecin, que Galien cite ſouvent, eſt différent d'Athénée le Grammairien, auteur des Deipnoſophiſtes.*

venables à leur entretien. Leucippe & Démocrite prenoient pour principes le plein & le vuide ; Platon la divinité, les idées, & la matiére ; Zénon le deſtin. Gaſſendi n'admet pour principes que la Divinité & le mouvement ; Flud la lumiére & les ténébres ; Leibnits les Monades ou êtres non étendus. Les principes des Phyſiciens ne ſont pas moins oppoſés que leurs éléments ; Atomes, idées, nombres, formes ſubſtantielles, tourbillons, vuide, attraction, force centripéte, force centrifuge. La diverſité de tant d'Opinions contraires eſt l'accompliſſement littéral de ce paſſage de la ſainte écriture : *le monde a été livré* (1) *à leurs diſputes, ſans que l'homme puiſſe reconnoître les ouvrages que Dieu a créés depuis le commencement du monde juſqu'à la fin.* Ces paroles contiennent deux prédictions : 1. La connoiſſance de la nature ou des ouvrages de Dieu ne ſera jamais épuiſée : 2. Si quelques hypothéſes phyſiques s'élévent juſqu'à devenir des vérités, jamais elles ne réüniront les eſprits. Il eſt vrai que nous n'avons point encore eu de ces vérités phyſiques exemtes d'imperfections, & qui méritaſſent d'être généralement ſuivies.

(1) Mundum tradidit diſputationi eorum, ut non inveniat homo opus quod operatus eſt Deus, ab initio uſque ad finem. *Eccleſ.* c. 3. v. 11.

Cinq corps réguliers de Platon.

La Géométrie de Platon (1) priſe de Pythagore, déſignoit par le cube ou hexaëdre la ſolidité de la terre; par le tétraëdre ou la pyramide, la pénétration du feu; par l'octaëdre ou corps à huit faces régulières, la mobilité de l'air; par l'icoſaëdre ou corps à vingt faces régulières, la fluidité de l'eau; par le dodecaëdre formé de douze pentagones, la ſuprême ſphére de l'univers, comme renfermant les quatre éléments, les ſept cieux des Planétes, & le firmament. Tel eſt le myſtére des cinq corps réguliers décrits par Platon, mais inventés par Pythagore.

Les Anciens, qui rapportoient tout à l'harmonie, cherchoient une eſpéce de conſonance dans les quatre éléments. Ils regardoient la terre comme la baſſe, le feu comme le deſſus, & l'air & l'eau comme les tons moïens. M. de Moliére partage toute la matiére en trois ſortes de tourbillons; les grands, qui ont au milieu de leurs atmoſphéres les globes des étoiles ou des planétes; les petits tourbillons fluides de l'air, qui ont un

(1) Σχήματα πέντε Πλάτωνος, ἃ Πυθαγόρας σοφὸς εὗρε,
Πυθαγόρας σοφὸς εὗρε, Πλάτων δ' ἀρίδηλ' ἐδίδαξεν,
Εὐκλείδης ἐπὶ τοῖσι κλέος περικαλλὲς ἔτευξεν.

globule dur au milieu ; & les petits tourbillons fluides de l'éther qui ne contiennent point de globules.

Des Cartes a établi pour le principe de toute la phyſique ſes trois éléments. Le premier eſt une matiére ſubtile, muë en tout ſens avec une extrême viteſſe, & qui eſt répanduë partout. Le ſecond conſiſte en globules qui compoſent la partie la plus déliée de l'air, & qui tranſmettent la lumiére. Le troiſiéme eſt une matiére branchuë, irréguliére, qui ſert de baſe à l'air groſſier, & dont les parties s'embarraſſant & s'accrochant enſemble, forment les corps maſſifs. Ces trois éléments ſont imperceptibles ; & pour imaginer avec plus de facilité leur effet dans la compoſition de touts les corps matériels, repréſentez-vous un amas de fruits, aïant des figures fort irréguliéres, comme grenades, poires, pommes, concombres, néfles, grappes de raiſins ; voilà la matiére compacte ou le troiſiéme élément. Répandez ſur ce monceau de fruits, des coriandes ; toutes ces petites boules rondes ſe répandront de côté & d'autre pour remplir les interſtices des figures irréguliéres ; c'eſt la matiére globuleuſe ou le ſecond élément. Verſez enfin de la poudre à canon ſur le tas de fruits, elle ira s'inſinuer dans les

Eléments de des Cartes.

interſtices les plus petits, échappés aux dragées, & elle repréſentera ici la matiére ſubtile ou le premier élément. Si cette poudre à canon domine aſſez dans les interſtices des fruits, & qu'elle y ait aſſez de force pour leur communiquer la rapidité de ſon mouvement en chaſſant les dragées, & les repouſſant de toutes parts, l'amas tout entier devient enflammé & lumineux, & ce feu eſt d'autant plus violent, que la ſolidité des parties les plus groſſiéres du troiſiéme élément y eſt jointe à la rapidité du mouvement du premier, & que la force de maſſe, comme diſent les Phyſiciens, accompagne la force de viteſſe. Si la matiére compacte reçoit dans ſes interſtices les globules du ſecond élément qui y tempérent l'extrême mouvement du premier ou de la matiére ſubtile, le corps eſt opaque & plus ou moins ſolide, ſuivant la groſſiéreté des parties du troiſiéme élément. On ne peut donner des images trop ſenſibles des principes qu'on explique, ſur tout dans un tems où il s'eſt introduit un uſage preſque général, de ne traiter les Sciences que par quelques caractéres Algébriques & d'une maniére ſi abſtraite, qu'elle ne donne aucune priſe à l'imagination.

De la terre. La terre eſt formée de parties du troi-

ſiéme élément, qui ſont ſerrées & de figure crochuë, ce qui fait la ſolidité de la terre: leur union néanmoins n'eſt pas ſi intime, qu'elles ne ſoient pénétrées par la matiére du premier & du ſecond élément.

L'air eſt compoſé de parties du troiſiéme élément, mais éloignées les unes des autres, & fort déliées, en ſorte qu'elles ſont pliées aiſément par la matiére du premier & du ſecond élément, qui y abonde: ce qui fait le mouvement & l'agitation de l'air. De même que parmi les corps ſolides, les uns ſont plus maſſifs, & les autres plus poreux; auſſi l'air a ſes particules plus maſſives ou plus poreuſes, plus groſſes ou plus déliées, plus ou moins pénétrées, de toute part, d'une matiére ſubtile qui ſe meut en tout ſens: mais il n'y a jamais ni plus ni moins de matiére, dans une égale étenduë. Lorſque l'air eſt plus raréfié, la matiére ſubtile y abonde davantage; il y a plus de mouvement en tout ſens; mais le même eſpace contient toujours une égale quantité de matiére. De l'air.

L'eau conſiſte dans les parties du troiſiéme élément, plus ſerrées que celles de l'air, longues, unies, molles & pliantes, de la figure des aiguilles: & la matiére du premier élément qui s'y mêle, les en- De l'eau.

tretient dans un mouvement continuel, qui fait que n'étant pas propres à s'accrocher les unes aux autres, leur fluidité ne peut être arrêtée que par un corps dur & ſolide, qui les empêche de ſe répandre. L'eau de la mer, outre ſes parties molles & pliantes, en a de roides & inflexibles qui font le ſel.

In element. chym. Boërhaave ſoutient au contraire que les particules de l'eau ſont auſſi inflexibles, & auſſi dures que le diamant; ce qui paroît s'accorder avec les effets ſurprenants qu'elle produit, lorſqu'elle dilate les pores du bois, puiſque les tailleurs de meules de moulins n'ont pas de meilleur moïen pour ſéparer une meule d'avec le roc, après l'avoir taillée, que d'enfoncer des chevilles de bois dans des trous horizontaux, qu'ils font entre la meule & le roc, puis de mouiller ces chevilles; car alors l'humidité qui les pénétre, les fait enfler de maniére qu'en peu de tems la meule ſe trouve ſéparée. L'eau pénétre où l'air ne pénétre pas. Cependant elle ne paſſe jamais au travers des pores du verre qui donnent paſſage à la lumiére. On a trouvé qu'une bouteille pleine d'eau gardée pendant l'eſpace de cent cinquante ans, contenoit après ce long terme la même quantité d'eau dont elle avoit été remplie.

Eſſai de phyſiq. ch. 25. ſect. 865.

Les deux ſentiments de des Cartes & de Boërhaave ſont l'un & l'autre fondés ſur les expériences, puiſque d'un côté l'eau nous paroît un corps fort doux & fort pliant, & que de l'autre ſa force eſt reconnue par les effets qu'elle produit. C'eſt donc une néceſſité de concilier les deux opinions, ce qui ſera facile en ſuppoſant les particules de l'eau fort inflexibles, mais ſi déliées qu'elles paroiſſent inſipides au goût. Et ce qui fait la différence de l'eau douce & de l'eau ſalée, c'eſt que les particules de l'eau ſalée aïant plus de longueur, font ſentir leurs pointes roides, qui font impreſſion ſur le goût.

Suivant Mariotte, l'état naturel de l'eau eſt d'être glacée. Si aucune cauſe étrangére n'agit ſur elle, ſa conſiſtance eſt ferme & non liquide. Les liqueurs gluantes ont leurs particules rameuſes & embarraſſées les unes dans les autres. La glace eſt plus légére que l'eau, parce que l'eau devenant glace augmente de volume. C'eſt ce qui fait que les glaçons ſurnagent, que les arbres & les pierres ſe fendent dans de forts hyvers, & que les vaſes, où l'eau géle, ſe briſent. *Trait. du mouv. de l'eau.*

Les Phyſiciens de l'Académie de Florence remplirent d'eau une boule d'or qu'ils fermérent; & meſurérent enſuite *Eſſai de phyſiq. ch. 25. ſect. 905. & 906.*

la plus grande circonférence avec un cercle de métail. Après que l'eau se fût gélée, la boule se gonfla si fort qu'il n'y eut plus moien de la faire passer par le cercle de métail comme auparavant. M. Van-Musschenbrock rapporte, au même endroit, que quand la terre est gelée en Hollande, elle fait lever les seüils des portes de la rue, & même les maisons entiéres, lorsque le froid dure longtems & qu'il est fort âpre. Boyle a remarqué que l'eau gelée dans un tuyau de cuivre qui avoit trois poulces de diamétre, levoit un poids de 74. livres. De l'eau enfermée par Huguens dans le calibre d'un mousquet, & venant ensuite à se geler, a fait crever ce calibre avec violence.

Mad. la Marq. du Chatelet, de la nat. & propag. du feu, part. 2.

L'eau augmente son volume, par la congélation, de huit à neuf, & l'augmente d'autant plus que le froid est plus grand. C'est que le mouvement des particules de l'eau, d'autant plus diminué que le froid est plus grand, a moins de force pour repousser une matiére hétérogéne qui s'y insinuë comme de petits coins, & qui s'y mêlant, en augmente le volume : & que d'ailleurs les parties de l'eau consolidées & durcies ne s'ajustent plus si bien, sont moins affaissées les unes sur les autres, & laissent plus d'intervalle entr'elles.

Quand on glace des liqueurs dans l'é-

té, en mettant du sel autour des vases qui les contiennent, les particules des sels, filtrées au travers des parois des vases, s'insinuent dans les pores des liqueurs, arrêtent comme autant de petits coins le mouvement des particules insensibles, les fixent & les durcissent, à peu près comme le sel fixe & durcit les chairs salées.

Jettez dans un sceau d'eau quelques poignées de salpêtre ou de sel armoniac; ensuite mettez des bouteilles de vin dans cette eau, le vin rafraichira de maniére que vous aurez peine à le boire. Le feu peut contribuer à glacer plus promptement des liqueurs. Si vous mettez sur un réchau plein de feu un vase rempli d'un mélange d'égales parties de neige ou de glace pilée & de sel, & que vous enfonciez une bouteille pleine d'eau dans ce mélange, la neige ou la glace & le sel ne feront pas plutôt fondus, que vous verrez l'eau de la bouteille glacée.

Hamberger a trouvé que la congélation des liqueurs peut se faire au travers des pores d'une autre liqueur. Il a placé dans un mélange de glace & de sel armoniac un vaisseau de verre plein d'esprit de vin, dans lequel il a plongé un autre vaisseau de verre plein d'eau de fontaine, & il a connu que l'eau s'est glacée fort vite, sans

Journal. des Sçav. du lundi 9. Septemb. 1709.

qu'il ſoit arrivé dans l'eſprit de vin aucun changement. Les particules du ſel armoniac & de la glace, après avoir traverſé l'eſprit de vin, avoient arrêté le mouvement des particules inſenſibles de l'eau plus diſpoſées à ſe fixer.

Pluſieurs anciens ont cru que la mer ne geloit jamais. Il eſt très-connu aujourd'hui que la mer Baltique & la mer Blanche gélent preſque touts les ans. Le Zuyderzée géle ſouvent en Hollande. La mer de Groenland ſe géle de l'épaiſſeur de dix piés.

Nieuwent. liv. 2. ch. 1. L'eau n'a point de reſſort, ou elle n'en a que très-peu. On ne diminuë pas ſon volume en la comprimant. Les Académiciens de Florence, Boyle, & quelques autres ont mis de l'eau pure dans des boules d'or, d'argent, de plomb, ou d'étain, qui furent ſoudées enſuite: lorſqu'on voulut comprimer ces boules dans une preſſe ou les applatir à coups de marteau, on trouva que l'eau ne pouvoit être condenſée, mais qu'elle s'écouloit de touts côtés en maniére de roſée par les pores de ces métaux.

Eſſai de phyſiq. ch. 25. ſect. 859. Neuvt. Optiq. liv. 2. part. 3 prop. 8.

L'eau en maſſe n'augmente ſon volume que d'environ une trentiéme partie, lorſqu'elle vient à boüillir. Elle bout plutôt, quand elle eſt moins comprimée par le poids de l'atmoſphére. Huguens a remarqué

remarqué qu'elle boüilloit fort vite ſous le récipient de la machine pneumatique.

La vapeur de l'eau ſe dilate ſi prodigieuſement, qu'elle occupe un eſpace quatorze mille fois plus grand que celui qu'elle occupoit auparavant ; de ſorte qu'elle pourroit ſe dilater beaucoup davantage dans un milieu où elle ne rencontreroit aucun obſtacle. Si l'on met une goute d'eau dans une boule de verre qui ait un col avec une petite ouverture, & que cette boule ſoit expoſée ſur le feu, la goute d'eau ne ſera pas plûtôt convertie en vapeurs, qu'elle chaſſera tout l'air qui y eſt contenu. Que la boule ſoit enſuite plongée dans le mercure, il y entrera & la remplira après que la vapeur ſera refroidie : & ſi on le péſe enſuite, on trouvera que ſon poids eſt à l'égard d'une goute d'eau, comme 14000. à 1. Il paroit ſurprenant que la raréfaction de l'eau en maſſe ſoit ſi médiocre, tandis que la raréfaction de l'eau en vapeurs eſt ſi exceſſive. Mais on s'appercevra aiſément que cela doit arriver ainſi, pour peu qu'on faſſe attention qu'une goute d'eau, pénétrée du mouvement rapide de la matiére ſubſiſte dans toutes ſes molécules, acquiert une force & un mouvement capables de chaſſer les parties de l'air groſſier qui lui réſiſtent : au lieu

qu'une maſſe d'eau, aïant ſes parties longues, polies, & fort ſerrées, admet dans ſes interſtices une petite quantité de matiére ſubtile, qui ne peut y cauſer qu'un boüillonnement; parce que les ondulations de cette maſſe, ſoulevées par le mouvement de la matiére ſubtile, mais comprimées par le poids de l'atmoſphére, retombent promptement ſur elles-mêmes; ce qui cauſe cette efferveſcence & ces boüillons alternatifs qu'on y remarque: & il ſe détache ſeulement des vapeurs qui ſe diſſipent ſans obſtacle dans les interſtices de l'air; à moins qu'elles ne ſoient reçuës ſur quelque ſuperficie, où elles ſe raſſemblent comme ſur un alambic, & y reprennent leur premiére conſiſtence de goutes d'eau. C'eſt par les mêmes principes, que l'eau, qui bout dans un pot ouvert, a la plus grande chaleur qu'elle puiſſe recevoir; & que ſoit qu'elle boüille fort peu de tems ou longtems, ſoit qu'elle boüille même avec force ou plus doucement, elle n'acquiert pas d'avantage de chaleur(comme Amontons l'a démontré par les thermométres); car ſes parties longues, comprimées par l'atmoſphére, ſont toujours couchées & affaiſſées les unes ſur les autres: mais elle s'évapore à la longue, à force de boüillir.

Par une circulation perpétuelle, la même quantité d'eau qui s'évapore des mers, y retourne, ſoit qu'elle y retombe immédiatement en pluie, ſoit que le cours des fleuves l'y raméne. Et en général, il eſt vraiſemblable que toutes les vapeurs qui s'élévent ſoit de la terre ſoit de la mer, toutes celles que les cavités de la terre produiſent comme autant d'alambics; enfin que toute l'eau qui ſe forme dans la nature fournit à une conſommation également proportionnée, tant du cours des riviéres, que de l'entretien de toutes les ſources, de la nourriture des plantes, des beſoins des animaux, & de touts les autres uſages auxquels ſuffit cet élément ſalutaire.

M. Van-Muſſchenbroek donne les réſultats de deux expériences fort différentes. *M. Hauksbec aïant mis le feu à de la poudre par le moïen d'un verre ardent, dans la partie ſupérieure du tüiau d'un barométre qui étoit rempli de mercure, trouva que cette poudre occupoit, en ſe dilatant, un eſpace deux cents vingt deux fois plus grand qu'auparavant. Par conſéquent l'eau ſe raréfie ſoixante trois fois plus que la poudre.* M. Van-Muſſchenbroek ajoute au même endroit que *Meſſieurs Amontons & Bélidor diſent qu'ils ont trouvé que la poudre formoit, en ſe raréfiant, un volume quatre* *Eſſai de phyſiq. ch. 25. ſect. 867.*

mille fois plus grand qu'auparavant. L'eau, par conſéquent, ſe dilate plus de trois fois davantage. Quelle diſproportion de 222. fois à 4000. dans la dilatation de la poudre, de 63. fois à 3. dans l'excès de la dilatation de l'eau! Il n'eſt pas douteux que de ces deux expériences, celle dont il réſulte que la poudre par ſa raréfaction occupe un volume d'eſpace quatre mille fois plus étendu, n'ait été la mieux faite. Cardan étoit tombé dans une erreur ſenſible, en n'évaluant la dilatation de la poudre qu'au centuple. Je préférerois plutôt le calcul de Snellius qui étend les particules de la poudre enflammée à un eſpace plus grand cent vingt cinq mille fois. Les énormes diſtances des calculs montrent le peu de ſolidité qui eſt le plus ſouvent dans leurs principes.

Rob. Boyl. Experimentor. phyſico-math. continuatio 2.

Boyle a découvert que le poids de l'air ordinaire eſt au poids de l'eau, comme 1, eſt à 814. C'eſt à dire, que l'eau eſt environ huit cents fois plus peſante qu'un volume d'air égal.

L'air a une parfaite analogie avec l'eau; l'atmoſphére de l'air, qui environne le globe de la terre, eſt une eſpéce de grand fleuve; la fluidité & la tranſpatence ſont communes aux deux élements. Les particules inſenſibles de l'air ſont auſſi de petits coins par rapport à d'autres corps,

comme aux viandes & aux fruits qui s'y dissolvent. L'air, comme l'eau, est susceptible du chaud & du froid ; de même qu'elle, il s'empreigne aisément des odeurs bonnes & mauvaises ; il coule & s'insinuë comme l'eau, dès qu'il trouve un passage.

Les différences de l'air & de l'eau consistent en ce que les molécules de l'air s'unissent & se désunissent avec beaucoup plus de facilité que celles de l'eau, & qu'elles obéïssent mieux à la matiére subtile : au lieu que les particules de l'eau plus grossiéres ne peuvent quelquefois être agitées par la matiére subtile, de sorte qu'étant en repos les unes auprès des autres, elles se congélent ; ce qui n'arrive jamais à l'air.

Du ressort de l'air.

Les principales qualités de l'air sont la transparence, la fluidité, la pesanteur, le ressort. La matiére subtile, s'insinuant dans ses pores en plus grande ou en plus petite quantité, l'étend ou le resserre, & lui communique une vertu élastique. La condensation de l'air vient de ce que les extrémités de ses particules se rapprochent, & que ses petites lames à ressort, branchuës, spirales, ou autres, sont comprimées : le contraire arrive dans la raréfaction.

Boyle a prétendu que l'air, par la ma-

Newt. Optic. lib. 3. quæst. 28.

chine pneumatique pouvoit être raréfié plus de dix mille fois plus qu'il ne l'eſt dans ſon état naturel. C'eſt par la raréfaction de l'air, que la larme de Pruſſe dont la convexité ſoutient des coups de marteau, ſans en être endommagée, éclate en pouſſiére, auſſi-tôt que le bout de ſa queuë eſt rompu. Lorſque cette larme toute rouge a été plongée dans l'eau froide, ſa ſuperficie s'eſt reſſerrée tout d'un coup, & cette premiére voute s'eſt durcie. L'intérieur ne s'eſt refroidi que ſucceſſivement, & la voute extérieure, qui étoit déja formée, n'a pu ſe rapprocher. Ainſi le dedans de cette larme a été rempli de grandes cavités qui contenoient un air fort raréfié. Lorſque la pointe de la queuë vient à être caſſée, l'air extérieur entre bruſquement dans les routes qui lui ſont ouvertes ; il pouſſe cet air dilaté qu'il rencontre, & le chaſſe contre les parois de la voute, dont les pores fort ſerrés ne peuvent ni donner paſſage à cet air, ni ſoutenir cette irruption. Chacune des petites routes céde & eſt élargie à la fois ; & la totalité eſt diſſipée en une pouſſiére menuë.

L'air eſt capable auſſi d'une grande condenſation : M. Hales a trouvé qu'une maſſe d'air étoit reductible à un volume 1838. fois plus petit que ſon volume or-

dinaire ; ce qui le rendoit deux fois plus pesant que l'eau. Sur quoi un Journaliste de Trévoux fait ces réflexions : *Voilà de ces expériences merveilleuses, mais un peu suspectes, dont M. Hales est tout plein. On croit que tout est prouvé parmi Messieurs les Newtoniens, lorsqu'ils peuvent citer en preuve quelque trait revêtu du beau nom d'expérience. On ne doit pas plus s'y fier qu'aux hypothéses Cartésiennes ; parce qu'en effet, la plûpart de ces expériences singuliéres, compliquées, & physiques ne sont que des hypothéses.* Le Journaliste permettra qu'on observe aussi que l'expression d'hypothéses paroît un peu trop générale ; puisqu'une hypothése, qui satisfait d'une maniére vraiment physique à touts les phénoménes, ne doit pas être mise en paralléle avec des expériences suspectes. *Mémoir. de Trév. Novemb. 1735 art. 105.*

On a inventé un fusil à vent, dans lequel l'air peut être resserré & foulé à coups de piston, au point de faire partir dix ou douze bales presque également meurtriéres, en partageant ce peu d'air renfermé en dix ou onze portions, qu'on laisse échaper successivement par autant de coups de détente. Robertval de l'Académie des Sciences aïant laissé son fusil à vent chargé pendant seize ans d'air condensé ; cet air mis enfin en liberté, n'avoit rien perdu de sa vertu élastique ; *Hist. du Ciel liv. 2. sect. 3.* *Entret. phys. t. 2. entr. 1.*

la bale perçoit encore (1) une planche à 40. pas, comme elle eût fait le premier jour. Il faut que cette vertu élaſtique de l'air ſoit bien perſévérante.

Le reſſort eſt ce qui fait que les corps reprennent la figure, qu'une force étrangére leur avoit fait perdre. Il eſt cauſé par la matiére ſubtile, qui rentre impétueuſement dans les interſtices des corps, d'où elle avoit été chaſſée. Newton ne donne aucune raiſon de l'élaſticité de l'air ni de l'éther : mais il avance que l'élaſticité de l'éther ſurpaſſe celle de l'air groſſier auprès de la terre, de 490. bimillions de fois ; & il penſe que dans un calcul ſi peu vraiſemblable, on l'en croira ſur ſa parole ; tandis qu'il eſt manifeſte, au contraire, que l'éther n'a aucun reſſort, ou au moins qu'il en a très-peu en comparaiſon de l'air groſſier, comme il

Newt. Optic. p. 520. edit. Pariſ. 1722.

(1) *Plutarque rapporte que lorſque Quintius Flamininus gouverneur de la Gréce pour la république Romaine, eût rendu la liberté aux Grecs, par la proclamation qu'il en fit faire au nom du Sénat & du peuple Romain, dans les jeux Iſthmiques la 1. année de la 145. Olympiade, la force des cris de joie & des clameurs qui s'élevérent, fit tomber morts dans le ſtade des corbeaux qui paſſoient par hazard, en volant au-deſſus de l'aſſemblée. Ces oiſeaux furent étouffés par une compreſſion ſubite de l'air. Plutarch. in Flamin. Plutarque, dans la vie de Pompée, fait la même remarque ſur un cri pouſſé par le peuple Romain.*

eſt démontré par les phénoménes du ſon, du pendule à ſecondes, & par pluſieurs autres. L'air doit être conſidéré comme un amas de petits reſſorts, qui à la moindre compreſſion s'efforcent de s'étendre de toute part. L'éther ne cauſe preſque aucune compreſſion, parce qu'il eſt preſque ſans élaſticité.

Mais le reſſort de l'air ne ſuffit pas pour expliquer touts les phénoménes ; il faut y joindre ſa peſanteur. Elle ſe prouve parpluſieurs expériences. Une bouteille, dont l'air a été pompé, péſe moins à proportion de l'air qu'on en a fait ſortir. Homberg pompa l'air d'une eſpéce de ballon de verre, dont le diamétre étoit de treize poulces, & le ballon ſe trouva plus leger d'une once : une autre fois, après avoir pompé l'air d'un ballon de vingt poulces de diamétre, il le trouva plus leger de deux onces au moins.

De la peſa teur de l'a

Nieuwven liv. 2. ch.

Entret. ph ſiq. t. 1. ent 22.

Torricelli, Mathématicien du grand Duc de Florence, il y a environ cent ans, emplit de mercure un tuïau de verre de 36. poulces, ſcellé par un bout. Il boucha du doigt l'autre bout, & le plongea dans le mercure d'un vaſe. Il retira enſuite le doigt, & laiſſant couler dans le mercure du vaſe celui du tuïau, dont le bout fermé étoit élevé en haut perpendiculairement, le mercure du tuïau

baiſſa, & après quelques balancements ; il s'arrêta à 27. poulces environ. L'expérience aïant été faite au Puy-dome montagne d'Auvergne au bas de la montagne, le mercure deſcendit à 26. poulces trois lignes & demie : ſur le penchant de la montagne plus élevé de 27. toiſes, il deſcendit à 26. poulces une ligne : à 150. toiſes, il deſcendit à 25. poulces ; & enfin vers le ſommet de la montagne élevé de 500. toiſes au-deſſus de l'endroit où la premiere expérience venoit d'être faite, le mercure deſcendit juſqu'à 23. poulces deux lignes. L'air plus condenſé par les vapeurs qui le pénétrent au bas de la montagne, a plus de reſſort pour comprimer le mercure du vaſe & ſoutenir celui du tüiau. Cette expérience, qu'on attribuë communément à la peſanteur de l'air, ne peut s'expliquer que par ſon reſſort, comme je le prouverai bientôt.

Mariot. de la nat. de l'air.

L'air qui ſoutient le mercure à 27. poulces de hauteur dans le barométre, ſoutient & éléve l'eau environ à 32. piés dans les pompes aſpirantes. Le poids de 27. poulces de mercure & le poids de 32. piés d'eau ſont donc égaux à peu près, & un poulce de mercure eſt en équilibre environ avec 14. poulces d'eau.

Chaque pié quarré de la ſurface de

notre corps soutient autant de poids que s'il étoit pressé par une colonne d'eau de 30. piés cubiques pour le moins, puisqu'il est chargé d'une colonne d'air qui est en équilibre avec 32. piés d'eau. Une colonne de 30. piés cubiques d'eau pése 2160. livres, car un pié cubique d'eau pése 72. livres; & 72. livres multipliées par 30. donnent 2160. Ainsi la force totale de la pression sur tout le corps surpasse beaucoup (1) vingt mille livres. Lorsque nous nous croïons libres, & que nous ne sentons rien autour de nous, notre corps est chargé d'un fardeau de vingt mille livres pour le moins, & rien ne pourroit le garentir d'être écrasé par une force si terrible, sans un équilibre juste qui balance cette force. Nieuwentyt observe 1. *Qu'une très-petite portion d'air, & qui à peine mérite qu'on la nomme, est capable d'en arrêter & d'en contrebalancer une quantité inexprimable, & d'empêcher qu'il n'écrase la plûpart des corps qu'il environne.* 2. *Qu'outre cette résistance qui se trouve dans cette petite portion d'air, elle*

De l'exist. de Dieu, liv. 2. c. 1.

(1) *Deux plans polis de deux poulces trois quarts de diamétre s'unissent si bien par la juxtaposition, & frottés seulement de quelque matiére un peu grasse, qu'ils soutiennent sans se séparer un poids de 590. livres, attaché au plan inférieur. M. de Mairan, tr. des Auror. Boréal. Sect. 3. ch. 2.*

agit avec autant de force que tout le reſte de la colonne d'air. Ainſi la moindre quantité d'air garentit le verre le plus fragile.

Ces réflexions, fondées ſur des expériences continuelles, prouvent que ces effets de l'air ne peuvent s'expliquer, ſuivant l'opinion générale des Phyſiciens, par la peſanteur de la colonne d'air, qui ne ſeroit pas contrebalancée naturellement par une ligne : car qu'eſt-ce qu'un poids d'une ligne oppoſé à un poids de 2160. livres ? mais l'élaſticité de l'air ſatisfait parfaitement à l'explication de cet équilibre : car un reſſort extérieur ne fait pas ſentir ſon action, lorſqu'un reſſort intérieur, quoique d'un petit volume, mais de même force & de même qualité le contient, le contrebalance, & empêche qu'une détente plus forte ne comprime davantage les corps qui l'environnent.

C'eſt le reſſort de l'air qui dilate ou reſſerre la liqueur dans le thermométre, & la faiſant monter ou deſcendre, marque le chaud ou le froid. Lorſque l'air eſt tempéré, la hauteur moïenne de la liqueur dans le thermométre de l'obſervatoire eſt de 48. degrés. Dans la plus grande chaleur des étés ordinaires, le thermométre s'éléve environ à 80. degrés ; dans le plus grand froid des hyvers

ordinaires, la liqueur descend environ à 20. degrés. Les 13. & 14. Janvier 1709. elle étoit descenduë à 5. degrés. C'est ce même ressort de l'air qui fait monter & descendre le vif argent dans le barométre, à proportion que l'air est plus ou moins pluvieux ou serein. Le même ressort explique la machine(1) d'Othon Guérik, dans laquelle le petit homme anémoscope, ou le Prophéte physique, annonçoit les changements de tems. Si le tems devoit (2) être pluvieux, la petite figure se retiroit à l'abri; & elle sortoit, quand il devoit faire beau.

Le P. Niceron, hom. illustr. t. art. de Gu. Homberg.

Je ne pense pas même que l'expression reçuë en physique, du poids de la colonne d'air puisse être conciliée avec l'expérience. Si la colonne d'air supérieure est interceptée par une voute épaisse, les Physiciens assûrent que la colonne latérale fait le même effet. Mais outre qu'il

(1) *La machine pneumatique, qui sert à pomper l'air, fut inventée, vers le milieu du dernier siécle, par le même Othon Guérik Consul de Magdebourg: elle a été perfectionnée en Angleterre par Robert Boyle. Un païsan Hollandois, nommé Drebbel, passe pour avoir eu, au commencement du même siécle, la premiére idée du thermométre. Torricelli a inventé le barométre.*

(2) *Pline a donné plusieurs remarques des présages de la pluie & du beau tems, par les mouvements & les contenances des animaux. Plin. lib. 18. c. ult.*

n'eſt pas concevable qu'un poids agiſſe obliquement à l'égard d'un corps ſur lequel il ne porte pas ; je ſuppoſe que toute colonne latérale ſoit pareillement interceptée : que le vif argent ſoit porté dans un caveau bien fermé & qui n'ait que dix piés en tout ſens, il n'y a là ni colonne d'air ſupérieure ni collatérale : cependant il eſt très-certain que le vif argent s'y arrêtera à la même hauteur qu'en pleine campagne. Il ſemble donc néceſſaire de ſubſtituer le reſſort de l'air à la peſanteur de la colonne.

Quoique la peſanteur de l'eau ſurpaſſe de beaucoup la force du reſſort de l'air, un homme au fond de la mer ou d'une riviére ne ſent preſque pas la peſanteur de l'eau, parce que les parties de ſon corps ſe ſoutenant mutuellement comme celles d'une voute, & étant pénétrées (1) de la force élaſtique de l'air, elles peuvent, par cette double réſiſtence,

(1) *Les expériences phyſiques rendent ſenſible l'abondance de l'air qui pénétre la plûpart des corps. Examinez un œuf dans l'eau ſous le récipient de la machine pneumatique, vous voïez l'air ſortir par ſes pores. Il s'élance des plus ouverts ſous la forme d'un jet de vif argent ; il paroit à l'orifice des autres, comme une bulle de vif-argent ; les plus ſerrés ſemblent couverts d'une goute de lait. Si vous enduiſez ſa coque d'un vernis fort épais, ſuivant la méthode de M. de*

porter tout le poids de l'eau, ſans éprouver même aucun accablement de peſanteur.

En attribuant l'équilibre de l'air à ſon reſſort, nous ne prétendons pas nier qu'il ne ſoit péſant : ce qui eſt reconnu clairement par quelques expériences, que je viens de rapporter. Cependant Boërhaave a prétendu que l'air proprement dit ne peſoit point. Voici ſa raiſon : L'air eſt chargé (2) de vapeurs, d'exhalaiſons, & d'un grand nombre de particules de toutes ſortes de corps. Il eſt certain que l'eau, par exemple, eſt plus de huit cents fois plus peſante que le mixte que nous nommons air. Si l'on ſuppoſe donc que la huit centiéme partie de ce mixte eſt de l'eau ou quelque autre corps auſſi peſant, il s'enſuivra que la peſanteur de l'air proprement dit ſera nulle. Ce raiſonnement ne me paroît pas devoir changer l'opinion de la peſanteur de l'air, par lequel nous entendons ce mixte-même, qu'il eſt impoſſible de ſéparer des particules étrangéres qui le compoſent.

Réaumur, il ne tranſpire plus, & il eſt auſſi frais, auſſi bon à manger après un tems fort long, par exemple, de ſix mois.

(1) *L'exhalaiſon eſt une particule émanée d'un corps ſec ; on entend par la vapeur, une eau ſubtiliſée.*

M. de Mairan, Auror. Boréal. sect. 2. ch. 2.

Au delà d'une certaine hauteur évaluée par l'opinion commune à quinze ou seize lieuës moïennes de France ou des vingt-cinq au degré, l'air grossier est plus de quatre mille fois plus dilaté que celui que nous respirons. La raréfaction de l'air, qui est encore au-dessus, croît si rapidement & devient bientôt si prodigieuse, qu'au double de cette hauteur, c'est-à-dire, à trente lieuës, elle doit être, selon le calcul de Mariotte, plus de huit millions de fois plus grande qu'auprès de la surface de la terre : & le mercure qui se soutient ici bas à environ 28. poulces, n'auroit pas la vingt milliéme partie d'une ligne, étant porté à cette hauteur. Les animaux ont peine à supporter la raréfaction de l'air seulement sur les montagnes élevées, à moins qu'ils n'y soient nés.

Mariot. de la nat. de l'air.

L'air que nous respirons, tempére la chaleur du sang dans les poulmons ; & le ressort de l'air contribuë (1) beaucoup

(1) *Aristote dit que le sang est porté à toutes les extrémités par les rameaux des veines, de même qu'on fait couler les eaux d'une source vers touts les endroits d'un jardin qu'on veut arroser. Ce qui prouve que l'ancien Philosophe n'a eu aucune idée de la vraie circulation du sang. Aristot. lib. 3. de partib. animal. c. 5. Ceci sera traité plus au long dans le chapitre de la médecine.*

à cette circulation. Lorſqu'un ſang corrompu par la maladie ou par les ſaignées, s'embarraſſe dans les artéres & les veines de la poitrine, les Médecins diſent qu'elle ſe remplit : c'eſt qu'alors l'élaſticité de l'air ne peut plus communiquer la fluidité néceſſaire à une maſſe de ſang glaireuſe & dépoüillée de ſes principes actifs.

Cette portion de notre amoſphére qui eſt répanduë autour de la ſuperficie de la terre, eſt un compoſé de corpuſcules de toute eſpéce, (1) ſalins, oléagineux, ſulphureux, émanés des eaux, des plantes, des minéraux, des métaux mêmes : c'eſt un mixte de toute ſorte (2) d'exhalaiſons

(1) *L'atmoſphére doit être fort chargée de corpuſcules ſalins, les entrailles de la terre étant remplies de ſels de toute eſpéce. En Pologne, on tire du ſel de la terre, de même qu'en Tranſylvanie, dans le Tirol, en Eſpagne, dans l'Aſie mineure, en Perſe, ſur les bords de la mer Caſpienne, d'où on le tranſporte dans toute la Ruſſie. Il y a une montagne de ſel à Cuba, & l'on dit que l'iſle d'Ormus, ſituée dans le golfe Perſique, n'eſt autre choſe pour la plus grande partie que du ſel. Dans toute l'Afrique, on ſe ſert de ce ſel minéral : dans le Pérou, il s'en trouve une mine dont on n'a pû découvrir le fond. Dans l'Indoſtan, dans le Royaume de Maſſulipatan, on en tire une ſi grande quantité, que touts les Indiens y font leurs proviſions de ce ſel foſſile. Varen. lib. 1. géogr. génér. c. 11.*

(2) *Le Lac d'Averne dans la terre de Labour, qui étoit la Campanie des anciens, étoit*

& de vapeurs, que lui-même a détachées des corps ſolides ; c'eſt un aſſemblage confus de toutes les molécules enlevées des ſubſtances matérielles qu'il pénétre, & dont il entraine des portions plus ou moins déliées, quelquefois même aſſez groſſiéres pour ſe faire ſentir à l'odorat, comme les particules volatiles des fleurs, ou à la vuë, comme les éruptions d'une fumée épaiſſe.

C'eſt parce que nous avons beſoin pour la ſanté (1) d'un air renouvellé, que les gens qui travaillent aux mines, mettent à leur ouverture de très-grandes aîles que le vent puiſſe mouvoir, & qui par leur agitation chaſſent ſans ceſſe un nou-

Le Spectacl. de la nat. part. 3. ch. 11.

chargé de vapeurs mortelles.

Quem ſuper haud ullæ poterant impunè volantes
Tendere iter pennis. *Virg. Æneïd. lib. 6. Varro, ap. Plin. lib. 31. c. 2.*

Strabon rapporte que l'infection de ce lac avoit été en partie cauſée par de grands arbres qui l'environnoient ; & que ces bois aïant été coupés par les ordres d'Agrippa gendre d'Auguſte, l'air y devint pur, & ne cauſa plus aucuns mauvais effets. Strab. lib. 5.

(1) Infeſtat Galliam Circius, cui ædificia quaſſanti, tamen incolæ gratiam agunt, tamquàm ſalubritatem cœli ſui debeant ei. Divus certè Auguſtus templum illi, cùm in Galliâ moraretur, & vovit & fecit. *Sen. lib. 5. queſt. nat. c. 17. Sénéque parle ici du vent de Cers ou vent d'Oueſt-Nord-Oueſt.*

vel air dans le fond des mines.

Il y a pluſieurs opinions ſur la nature du feu. Les uns penſent *que le feu eſt un élément particulier, qui ſe trouve dans preſque touts les corps, de même que l'air, la terre, & l'eau; que ces éléments ſont réciproquement converſibles.* Mais trouva-t-on jamais du feu dans la décompoſition des mixtes, comme on y a trouvé de l'air, de l'eau, de la terre? Nul ſujet, ſoit élément, ſoit tout autre, ne peut exiſter ſéparé de ſon eſſence. Il répugne à la nature du feu d'être uni tranquillement à un corps, & d'être privé de ſes propriétés eſſentielles d'échauffer & de diviſer. Le feu n'eſt pas dans la matiére combuſtible, avant qu'elle brule. C'eſt comme ſi l'on diſoit que l'ébullition eſt dans l'eau ou dans le lait, avant que de les mettre ſur le feu; ou que la fermentation eſt dans les liqueurs avant leur mélange. D'autres Phyſiciens ſoutiennent *que le feu eſt une ſubſtance d'une nature particuliére, & dont les parties conſtituantes ſont des éléments inaltérables, qui ne peuvent être produits ni détruits par aucune cauſe naturelle: que par conſequent il y a toujours, dans la nature, une même quantité de feu* Cette opinion me ſemble réfutée par ce ſeul principe, qu'il peut y avoir dans la nature une derniére peti-

Du feu.

teſſe phyſique, qui eſt un élément commun, un élément général, & qui exclut par conſéquent, toutes ces natures particuliéres, touts ces êtres à part, qui deviennent aſſez à la mode. Quel moïen de ſe figurer une quantité de feu toujours égale au milieu de tant de cauſes libres de cet élément ? Suppoſons un combat naval fort loin des terres & au milieu de la nuit. D'où fera-t-on arriver cette quantité de flammes allumées en un inſtant ? L'air & l'eau ne contiennent rien de pareil ; les terres ſont éloignées ; le ſoleil eſt ſous l'hémiſphére ; il faut, ſuivant les mêmes Phyſiciens, plus de ſix ans, pour que la lumiére, qu'ils nomment une matiére ignée, arrive des étoiles les plus proches : cependant cette prodigieuſe diſſipation de flammes, loin d'y mettre la diſette, rend toutes les matiéres combuſtibles d'alentour de plus en plus diſpoſées à s'enflammer.

Diſſert. ſur la nat. du feu.

Suivant M. le Comte de Créqui, *le feu eſt la diſſolution des corps combuſtibles par un agent inviſible, qui eſt le double cours de la matiére magnétique.* Les expériences de l'aiman ne peuvent s'accorder avec le double cours de la matiére magnétique, qui avoit été reçu depuis des Cartes. Un aiman eſt traverſé par une ſeule file de matiére magnétique,

qui entre par un côté & qui ſort par l'autre. Cette même matiére tranſpire de toutes les parties de la circonférence de la terre ; mais le double tourbillon de cette matiére, ni ces files auſſi longues qu'un diamétre de la terre ne ſont pas admiſſibles, comme je l'expoſerai au ſujet de l'aiman. Et en les ſuppoſant même, on ne peut trouver en elles ce méchaniſme qui produit ou qui éteint le feu, ni expliquer par leur moïen quelle eſt ſa nature.

Le P. Mallebranche attribuë la génération du feu à ce que *l'équilibre des petits tourbillons, qui ſe contrebalancent les uns les autres, eſt rompu* ; & il fait conſiſter le progrès de cet élement *dans un beaucoup plus grand nombre de petits tourbillons qui ſe rompent : ce qui produit le mouvement extraordinaire du feu.* Si l'équilibre ſuppoſé entre les petits tourbillons commence à ſe rompre, on ne conçoit pas qu'il puiſſe jamais être rétabli ; & il s'enſuivroit que le feu ne pourroit être éteint. L'air, qui ne peut ſervir d'aliment au feu, ſeroit, ſuivant cette hypothéſe, ſon unique aliment. *16. Eclairciſſement.*

Un Phyſicien a penſé *que la flamme eſt un eſſain de vermiſſeaux ailés, libres, développés, qui s'envolent rapidement en l'air.* *Entret. phyſiq. t. 3. entr. 10.*

Il eſt ordinaire de pouſſer à l'excès les

hypothéſes. Celle des petits vers a une application fort juſte à la plûpart des maladies ; mais elle ne peut être rapportée, en cette occaſion, que comme un exemple des penſées les plus bizarres.

Ce qui a trompé pluſieurs Phyſiciens ſur la nature du feu, c'eſt qu'ils ont pris le ſujet, la matiére du feu, pour le feu lui-même, & qu'ils ont confondu ſa nature avec celles de la terre, de l'eau, & de l'air, qui ſont des corps : au lieu que le feu, qui eſt ſûrement matériel & qui ne peut ſubſiſter phyſiquement que dans la matiére, doit être regardé comme le mouvement, la fermentation. Ce ſont des modes, ou des formes de la ſubſtance, ce n'eſt pas la ſubſtance elle-même. Je ne renouvelle, en aucune maniére, les formes ſubſtantielles par cette opinion : car je conçois que le feu, en lui-même, n'eſt rien de réel. Le feu qui brule un corps n'eſt autre choſe que le corps qui brule ; de même que le mouvement n'exiſte pas ſéparément du corps qui ſe meut. Le mouvement ignée devient viſible dans la flamme, au moïen des particules déliées qu'il entraîne ; & dans la fumée en détachant des particules plus groſſiéres. Un feu ardent eſt plus clair, parce qu'il diviſe davantage le corps qui brule. Le mouvement, en lui-même,

n'eſt rien de réel ; & réciproquement aucun corps n'eſt mouvement, comme aucun corps n'eſt feu. Ainſi le mouvement & le feu ne ſont que des abſtractions de l'entendement, de même que le nombre, la fermentation, la chaleur. Le feu n'a aucunes parties élémentaires propres, il eſt produit par (1) touts les corps : ce n'eſt pas un élément réel ; il conſiſte dans la communication du mouvement rapide du premier élément aux particules groſſiéres des corps.

Les ſubſtances ignées ou plutôt combuſtibles ſont principalement les ſels, les ſoulphres, l'air, la matiére ſubtile. C'eſt la matiére immédiate (2) du feu ; mais ce n'eſt pas le feu lui-même : ce qui

Le P. de F. eſc, diſſert. ſur le feu.

(1) *L'eau met le feu à du foin entaſſé, qui s'enflamme s'il eſt humide ; verſée ſur un feu ardent, elle en augmente l'impétuoſité : dans le premier cas, parce que les particules de l'eau par leur poids & leur mouvement inſenſible, ouvrent & briſent de même que dans la chaux, les petites cellules qui y tiennent les parties d'air groſſier & la matiére ſubtile enfermées : dans le ſecond cas, parce que le feu ſurmontant cet obſtacle, en devient plus fort, & que l'eau lui ſert d'aliment.*

(2) *C'eſt ce que Lucréce exprime parfaitement :*

. . . . . ſunt quædàm corpora, quorum
Concurſus, motus, ordo, poſitura, figuræ
Efficiunt ignes, mutatoque ordine, mutant
Naturam. *Lucret. lib.* I.

anime cette matiére, ou qui lui donne la forme qui en fait du feu, c'eſt le mouvement; un mouvement de tourbillon, qui fait tournoïer toutes les parties de ces ſubſtances, chacune autour de ſon propre centre, & pluſieurs enſemble autour d'un centre commun.

Un bâton de cire d'Eſpagne eſt compoſé de matiéres très-combuſtibles; mais lorſque ſes parties ſont en repos les unes auprès des autres, lorſqu'elles n'ont aucune chaleur, & qu'elles ne ſe fondent point, il n'y a point de feu en elles.

Cette nature intime du feu devient preſque viſible par les étincelles que le choc d'un caillou & d'un acier excite, & par les petits tourbillons ignées qui s'échapent avec la fumée, & que le vent d'un ſoufflet fait quelquefois ſortir des tiſons avec impétuoſité. Une matiére actuellement embraſée ſe trouve-t-elle jamais avec les autres mixtes dans la compoſition des corps? la rencontre-t-on dans aucune ſubſtance, à moins que cette ſubſtance ne ſoit actuellement en feu? Et ſi ces petits tourbillons ignées tombent dans une maſſe d'eau, peut-on ſoutenir qu'ils y conſervent leur nature ignée?

Il eſt une ſorte de feu plus compact; tel eſt le charbon ardent: & un feu plus délié,

délié, plus léger, c'eſt la flamme. Le premier eſt un feu dont les parties ne ſont pas entiérement ſéparées : le ſecond eſt un feu, dont les parties, étant tout-à-fait ſéparées, s'élancent librement de toutes parts. La nature & la propagation du feu ont beaucoup d'analogie & de reſſemblance avec la raréfaction & la rapidité de la poudre à canon. M. Euler a expliqué cette propagation par une penſée neuve & fort juſte. Il ſe repréſente un entaſſement de petites bouteilles pleines d'un air comprimé, dont il ſuffit de caſſer quelques-unes, pour que toutes les autres ſoient rompues par le ravage qu'y cauſe cet air mis en liberté. Mais M. Euler ne penſe pas que l'air fût du feu, dans cet état de compreſſion, & avant que d'être dégagé. C'eſt-là traiter la Phyſique d'une maniére auſſi avantageuſe à la ſcience, que la méthode algébrique y répand de barbarie, & de profondes erreurs. Car il ne faut pas s'imaginer que de ſçavants myſtéres ni de rares découvertes ſoient renfermées ſous ce voile obſcur : ce ſont preſque toujours des aſſertions qui ne pourroient pas ſoutenir la lumiére du raiſonnement, & qu'on donne néanmoins pour démontrées, & quelquefois ſoutenuës de l'expérience.

Entret. pl. fig. t. 1. entret 4. & t. 2. entr. 6.

Leonard. Euler, diſſert. de ign.

Le vent & le ſouffle diſſipent un feu

léger, incapable de réſiſter à un mouvement direct; mais ils contribuënt à augmenter & à rendre plus ardent un feu ſolide, parce qu'ils briſent les petites cellules, qui tiennent l'air & la matiére ſubtile comprimée, & que les dégageant de plus en plus, ils concourent, en même tems, à diviſer les particules du corps combuſtible. Ce mouvement, quoique direct, doit donc ajouter beaucoup de force au mouvement circulaire dans lequel le feu conſiſte. Car le ſoufle, ſe briſant contre un corps dur, fait piroüetter de plus en plus ſes particules, lorſque le piroüettement ignée y eſt déja introduit: il pourroit être capable à la longue, de même qu'un frottement violent, de donner par lui-même commencement au feu. Le vent a embraſé des roſeaux & des forêts. Aucune réverbération ne contribuë autant au feu que le ſoufle.

Tout ce qui peut intercepter la circulation de l'air, arrête le progrès du feu; parce qu'alors ſon mouvement eſt comprimé. Un coup de fuſil tiré dans une cheminée dont la ſuie eſt en feu, détourne l'action de l'air ſur la ſuie, & peut éteindre le feu. Rempliſſez le foyer de terre, de fumier, ou bouchez-le de quelque autre matiére, ou appliquez-y un drap mouillé, la ſuie allumée, plus compri-

mée à meſure que le mouvement de l'air diminuë, s'éteindra bientôt.

La preſſion d'un air groſſier eſt cependant néceſſaire pour donner de la conſiſtence à la flamme. C'eſt pourquoi l'ardeur du feu augmente dans un air condenſé par un grand froid; & dans la machine pneumatique, d'où l'air a été pompé, l'amorce d'un piſtolet ne prend point feu; il eſt même très-rare d'y remarquer quelque étincelle.

L'opinion que je viens d'établir, que le feu conſiſte dans le mouvement, a été attaquée par pluſieurs objections. M. de Voltaire oppoſe, en premier lieu, que *comme il eſt conſtant, par l'expérience des verres brulants, que le feu & la lumiére ſont le même être, & ne différent que du plus au moins, il paroit que cette ſubſtance ne peut être à la fois cette matiére ſubtile & cette matiére globuleuſe, ce premier & ce ſecond élément de des Cartes.* Nous ne pouvions pas ſouhaiter une objection qui mît dans un plus grand jour le méchaniſme de nos trois éléments. *Eſſai ſur la nat. & prop. du feu, part. 1.*

Le feu & la lumiére ſont deux êtres fort différents, quoiqu'ils aïent pluſieurs effets communs ou ſemblables. Leur analogie s'enſuit néceſſairement de la reſſemblance de leur origine & de leurs principes: c'eſt de part & d'autre, une

matiére fort déliée, fort mobile, fort pénétrante. Mais il eſt ſenſible par bien des preuves que les matiéres ignée & lumineuſe ne ſont pas un même corps. Cette propoſition paroitra certaine, s'il eſt établi par l'expérience que la lumiére eſt quelquefois ſans aucune chaleur, & que le feu peut être ſans clarté. Les feux les plus violents, parce qu'ils joignent des parties compactes à un mouvement rapide, & que la force de maſſe y eſt réünie à la viteſſe, n'ont le plus ſouvent aucun éclat, aucune lumiére, leurs particules n'étant pas aſſez détachées pour pouſſer par leurs vibrations les files globuleuſes. Ainſi un marbre brulant ne rend aucune clarté, & ne change pas même de couleur; & la chaux qui diviſe & conſume promtement les corps n'eſt point lumineuſe.

D'un autre côté, il n'eſt pas moins aſſuré que la lumiére la plus vive eſt quelquefois dénuée de toute chaleur. *La lumiére de la lune, donnant au foyer un éclat que Meſſieurs de l'Académie des ſciences jugent cinq cents fois ſupérieur au clair de la pleine lune, n'y échauſe rien, n'y ébranle pas le moins du monde la liqueur du thermométre, que l'approche ſeule de la main ſeroit capable de faire monter. Ce n'eſt pas*, dit Madame la Marquiſe du Châtelet,

Le Spectacl. de la nat. part. 3. ch. 9.

parce que ces raïons ſont refléchis : car les raïons du ſoleil refléchis par un miroir plan & renvoïés ſur un miroir ardent, font à très-peu de choſe près les mêmes effets, que lorſque le miroir ardent les reçoit directement. Ce ne peut être à cauſe de l'eſpace qu'ils parcourent de la lune ici : quatre-vingt dix mille lieuës de plus ne pouvant faire perdre aux raïons une vertu qu'ils conſervent pendant trente-trois millions de lieuës. La véritable raiſon en eſt que les raïons ont été imprégnés d'une extrême humidité par cette réflexion qui les renvoie de la lune à la terre. Non que ce ſoient les globules qui ont touché la ſuperficie de la lune, qui viennent à nous; mais les files continuës de globules, qui s'étendent depuis la lune juſqu'à la terre, ſont mélangées des influences humides qui émanent de cette planéte : les files lumineuſes reſſerrent entr'elles touts ces corpuſcules humides, elles en expriment toute l'humidité, elles s'en imbibent dans toute leur longueur, & perdent ainſi la chaleur qui accompagnoit la lumiére. Mais cette lumiére n'en eſt point du tout afoiblie, quoiqu'elle ne conſerve pas la plus petite portion d'un dégré de chaleur. Au contraire, ſa blancheur éclatante eſt une preuve très-ſenſible qu'elle a plus de force que celle qui eſt émanée

Diſſert. ſu la nat. & propag. du feu.

directement du ſoleil, parce que les files refléchies par la lune ſont plus condenſées, comme nous l'expliquerons en traitant de la lumiére. Cette expérience démontre donc que la lumiére & la chaleur ſont deux êtres différents, puiſque l'un périt, ou l'autre augmente.

Mais il eſt néceſſaire de répondre à l'induction que M. de Voltaire tire de ce que la matiére lumineuſe, raſſemblée au centre du miroir ardent, enflamme & diviſe les corps qui y ſont expoſés; ce qui lui fait dire que cette matiére ne peut être à la fois la matiére ſubtile & globuleuſe, le premier & le ſecond élément de des Cartes. Il me ſuffira pour réſoudre cette difficulté, de décrire le fluide éthérée d'une maniére exacte & nouvelle en pluſieurs chefs. Les trois éléments ſervent toujours aux fonctions qui leur ſont aſſignées. La matiére globuleuſe, qui répand la lumiére, eſt très-mince, puiſqu'elle traverſe les corps les plus ſolides tels que le diamant, au travers duquel il eſt démontré par ſa tranſparence, que les globules peuvent paſſer. Cette matiére conſiſte dans de longues files de globules contigus, dont une extrémité porte ſur le globe du ſoleil, & l'autre répond à la circonférence du tourbillon.

Les intervalles de ces longues files, qui

peuvent être conſidérées comme des raïons fort ſerrés d'une rouë, ſont remplis de files intermédiaires, qui s'élévent de diſtance en diſtance, de même que les rameaux d'une branche principale, & ſe répandent dans toute la ſphére, mais toujours entourées des deux autres éléments. En cet état les mouvements des files globuleuſes conſiſtent dans les vibrations en ligne droite, qui leur ſont imprimées par les impulſions alternatives des globes & des corps particuliers lumineux; dans les réflexions des globes, & des corps particuliers opaques; & dans le mouvement circulaire qui les entraine autour du centre commun, avec les parties branchuës du troiſiéme élément. A l'égard du premier, il eſt trop ſubtil & trop rapide pour être aſſujéti à un mouvement circulaire; il ne tourne qu'autant qu'il eſt emporté par les corps dont il remplit les interſtices: ſon mouvement propre eſt toujours le mouvement le plus naturel & le plus ſimple, le mouvement en ligne droite, en tout ſens. PL. 2. FIG. 1.

Les files de la matiére globuleuſe, dans leur état naturel, modérent l'impétuoſité de la matiére ſubtile qu'elles ſéparent: elles rompent les mouvements en tout ſens que le premier élément s'efforce de communiquer aux particules des corps

groſſiers. Ainſi pour que le feu s'allume, il faut que le premier élément ait la force de repouſſer les globules du ſecond, & d'entrainer par la rapidité de ſon mouvement les particules des corps qu'il embraſe & qu'il diviſe. Mais par une ſuite du même méchaniſme, lorſque la réfléxion d'un miroir concave raſſemble une grande quantité de raïons de lumiére à ſon foyer, ils chaſſent les deux autres éléments, ils y dominent ſeuls, ils tombent comme autant de petits dards ſur tout ce qu'ils rencontrent à leur point de réünion, ils le criblent, ils le diviſent, & conſument en un inſtant les corps mêmes ſur leſquels le feu ordinaire ne peut exercer ſon action.

Eſſai de phyſique ch. 26. ſect. 978. Les métaux & demis-métaux ſe fondent d'abord au foyer, ils ſe convertiſſent enſuite en chaux, & enfin ils ſe vitrifient. Touts les cailloux ſe changent d'abord en verre. Tout ce qui eſt combuſtible, s'enflamme ſur le champ. La terre glaiſe, le ſable, le marbre, le jaſpe, le porphyre, les pierres dont on ſe ſert pour les fours de fer, les creuſets, les os des animaux, la pierre-ponce, les briques &c. touts ces corps expoſés au foyer ſe fondent & ſe vitrifient. Mais ce qu'il y a encore de plus ſurprenant, c'eſt la viteſſe avec laquelle ces effets ſont pro-

duits. L'asbeste, qui résiste à l'action du feu commun, se change en un verre jaunâtre.

L'or se vitrifie au foyer d'un miroir ardent, & prend une belle couleur de pourpre. Homberg a connu par les expériences qu'il a faites sur l'or placé dans le foyer, que ce métail y souffre trois changements; il se dissipe en fumée, il se change en verre, & il saute en l'air par petits grains. Il diminuë en fumant jusqu'à une entiére déperdition de sa substance, & il reste un peu de verre qui ne pése pas la dixiéme partie de cet or qui a été dissipé. Ces expériences donnent lieu à cette réflexion : *L'idée que nous nous étions formée en chimie, de la fixité invincible de l'or & de l'argent, ne subsiste plus.*

Hist. de l'Acad. ann. 1699. Mémoir. ann. 1702. p. 144. & 149. & ann. 1707. p. 40.

L'espéce de feu allumé dans le foyer du miroir n'agit que parce que la matiére globuleuse est détournée de son cours ordinaire; & il n'agit pas à la maniére des feux communs. Il a un principe plus fort & plus puissant dans un élément plus massif : & ces expériences, loin de donner lieu à confondre le feu avec la lumiére, ni le premier élément avec le second, contribuent encore à distinguer leur nature, leurs propriétés, & leurs effets. Le feu qui fond l'or & les

pierres au foyer d'un verre ardent, disparoît tout d'un coup, si l'on couvre ce miroir d'un voile; & il ne reste aucun vestige de ce feu, qui un moment auparavant, faisoit des effets si violents. Un élément particulier, qui seroit au foyer de ce miroir, ne pourroit pas être anéanti, il ne disparoitroit pas tout d'un coup : mais un mouvement peut être arrêté en un instant; & l'on conçoit aisément que la cause venant à cesser, l'effet doit cesser aussitôt.

M. de Voltaire a fait au même endroit cité cette seconde objection : *Que le mouvement peut donner du froid comme du chaud ; que la chaleur n'est donc pas produite par un mouvement intestin & circulaire des parties ; qu'il faut donc qu'il y ait une substance particuliére qui seule puisse donner la chaleur.* Touts les Physiciens s'accordent assez, ce me semble, à regarder la chaleur comme une agitation en tout sens des parties insensibles. Je ne pense pas qu'aucun voulût soutenir que la chaleur soit un élément d'une nature particuliére, un élément indestructible, qui se trouve répandu dans les corps. La chaleur du feu n'est pas d'une autre espéce que les autres : il n'y a de différence que du plus au moins. Le mouvement cause du froid, lorsqu'il est suivi

du repos des parties imperceptibles, après qu'elles ſe ſont affaiſſées les unes ſur les autres.

Une preuve ſenſible que le feu conſiſte dans le mouvement, ſe tire encore de cette dilatation très-remarquable qui ſurvient aux corps embraſés. Dans le pyrométre une petite barre de fer, échauffée par les flammes de quelques méches, pouſſe en s'étendant un petit levier qui fait mouvoir une machine dont la conſtruction eſt telle, que cet allongement fait tourner deux aiguilles ſur un cadran. La petite aiguille marque les demis-quarts de ligne, & la grande, par un mouvement non interrompu, rend ſenſible l'extenſion continuelle que la flamme cauſe dans la barre. Le progrès de cette grande aiguille fait appercevoir très-diſtinctement une extenſion de la barre d'un ſeize-centiéme de ligne : car la grande aiguille parcourt deux cents diviſions dans le tour du cadran, tandis que la petite avance d'un demi-quart de ligne ; & le refroidiſſement de la barre fait rétrograder la même aiguille par un mouvement également ſenſible.

Derham a trouvé, par ſes expériences, que les verges de fer rondes d'un quart de poulce de diamétre, & de la longueur de celles qui battent les ſecon- *Traduct. d'ſtranſact. philoſ. t. 1.*

des, étant ſuſpenduës dans la flamme d'un feu de forge, s'allongent de deux dixiémes de poulces; puis éteintes dans l'eau froide; elles deviennent plus courtes de ſept centiémes de poulce que dans l'état naturel. Les effets furent les mêmes ſur les verges de fer quarrées de même volume.

La ſimple chaleur cauſe une dilatation proportionnée. Les mêmes verges de fer s'allongérent de deux centiémes de poulce à la chaleur ardente du ſoleil. Elles s'allongérent d'un centiéme de poulce par la chaleur du corps de l'obſervateur. Refroidies dans un mêlange de ſel commun & de neige, elles ſe raccourcirent de trois centiémes de poulce. Ces expériences confirment ce qui a été avancé ci-deſſus, qu'entre le feu & la chaleur il n'y a de différence que du plus au moins. Or aucun Philoſophe ne penſe que la chaleur ſoit un élément particulier, une matiére ſpécifique.

On a diſputé lequel des deux éléments, de l'eau ou du feu, eſt le plus utile. Pindare donne l'avantage à l'eau: Plutarque, dans un traité qu'il a compoſé exprès à ce ſujet, tient pour le feu. On ne peut abſolument ſe paſſer d'eau; il faut bien que le feu ſoit moins néceſſaire, puiſqu'on a trouvé des nations ſau-

Pindar. Olymp. Od. 1.

vages qui n'en avoient aucune notion. Dans une des îles Marianes, qui ont le Japon au Nord & la nouvelle Guinée au Midi, les habitants n'avoient aucun uſage ni aucune idée du feu, lorſque Magellan y arriva. *Ce qui eſt de plus étonnant*, dit le P. le Gobien, *& qu'on aura de la peine à croire, c'eſt qu'ils n'avoient jamais vû de feu. Cet élément leur étoit entiérement inconnu. Ils le regardoient, dans les commencements, comme une eſpéce d'animal qui mordoit ceux qui s'en approchoient de trop près.*

Le P. le Gobien, hiſt. des îles Marianes, liv. 2.

Hippaſe de Métapont ou de Crotone, Pythagoricien, regardoit le feu comme le principe & la fin de toutes choſes; enſeignant que le feu étoit l'élément univerſel, & que le monde ſeroit conſumé par un incendie général. Héraclite (1) avoit le premier débité cette doctrine.

Diog. Laërt. in Hippaſ. & in Heracl.

Les Pythagoriciens plaçoient une ſphére de feu au centre du Monde. Pluſieurs Modernes ont ſubſtitué à cette opinion celle d'un feu central dans les entrailles de la terre. Le P. Caſat lui attribuë la

Ariſtot. lib. 2. de cœlo, c. 13.

(1) Quapropter qui materiam rerum eſſe putarunt
Ignem, atque ex igni ſummam conſiſtere ſolo,
Magnoperè à verâ lapſi ratione videntur:
Heraclitus init quorum dux prælia primus.
Lucret. lib. 1. Plutarch. lib. 1. de placit philoſ. c. 3.

Dissert. physic. de igne, dissert. 3.

formation des métaux, & la chaleur des mines profondes. Il rapporte le témoignage de Jean-Baptiſte Morin, qui dans ſon traité des lieux ſouterrains raconte de lui-même qu'aïant eu la curioſité de deſcendre dans les mines d'Or de Hongrie dans le mois de Juillet, il avoit trouvé la région ſupérieure du globe terreſtre, auprès de la ſuperficie, extrémement froide juſqu'à environ 480. piés de profondeur: mais qu'étant deſcendu plus bas, il y avoit trouvé de la chaleur qui s'augmentoit de telle ſorte, que dans l'endroit où étoient les ouvriers, ils ne pouvoient travailler que dépoüillés de touts vêtements.

Burnet croit que le feu central, qu'il ſuppoſe dans les entrailles de la terre, eſt le reſte (1) d'un ſoleil éteint & encrouté, prenant pour une réalité cette imagination de des Cartes, que les planétes ont été autrefois des ſoleils.

Les volcans & les tremblements de terre démontrent que lorſqu'il y a du feu allumé dans les entrailles de la terre, il n'y reſte pas tranquille. Il n'y a donc aucuns feux actuellement allumés dans l'in-

(1) Facilè credo ignem hunc centralem reliquias eſſe ſtellæ fixæ, quæ obducto maculis ſuo corpore, in planetam degeneravit. *Theoria tellur. lib. 4. c. 10.*

térieur du globe terreſtre, où il ſeroit contre ſa nature qu'il ſubſiſtât ſans communication avec l'air, & ſans percer les voutes dont on ſuppoſe ces feux environnés. Mais il ſe fait, en différents endroits du globe, des fermentations les unes chaudes, les autres froides, indépendamment de la proximité du centre ou de la circonférence. Les fermentations chaudes conſiſtent dans une grande abondance de ſels, de nitres & de ſoulphres, mis en mouvement par l'air & par la matiére ſubtile qui pénétrent dans les entrailles de la terre. Les fermentations froides arrivent, lorſque les ſels rencontrant des parties aqueuſes, les figent & les glacent: & c'eſt une ſuite naturelle de la diverſité des matiéres qui compoſent ce grand mixte, que leurs différentes fermentations échaufent certains eſpaces & en refroidiſſent d'autres. Si les corps ferrugineux, ſalins, nitreux, ſulfureux, vitrioliques, agités par l'air & par la matiére ſubtile, rencontrent des eſpaces qui abondent en corps homogénes, ils les dégagent de la matiére qui les contenoit, ils en augmentent leur tourbillon; ils font évaporer les parties aqueuſes; & le moindre choc qui ſurvient, la rencontre d'un corps dur, la chute d'une pierre, ou tout autre froiſ-

ſement ſubit, allume quelque parcelle de ce tourbillon fort combuſtile, dont l'embraſement créve auſſitôt ſes voutes, & ſe répand à l'extérieur du globe par ces fracas dont nous avons tant d'exemples. En 1718. un tremblement furieux (1) avoit déſolé toute une province de la Chine. On vit des montagnes entiéres jettées à deux lieuës du Nord au Midi. Et plus recemment en 1730. le 30. Septembre, Peking la capitale de la Chine a été boulverſée par un tremblement de terre. D'abord il éleva les maiſons, les palais, les édifices en ligne perpendiculaire, & preſqu'en même tems il les fit pancher alternativement tantôt vers l'Orient, tantôt vers l'Occident. Il n'y eut aucune maiſon qui ne fût endommagée, & en moins d'une minute, plus de cent dix mille habitants furent écraſés ſous leurs ruines. Lémery a démontré la cauſe de ces tremblements par un volcan artificiel. Il enfoüit dans la terre à un pié de profondeur, pendant l'été, 50. livres d'un mélange de parties égales de limaille de fer & de ſoulfre pulvériſé, le tout réduit en pâte avec de l'eau. Au bout de huit ou neuf heures, la terre ſe gonfla &

Entret. phyſiq. t. 1. entret. 8.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1701.

(1) *Quelques autres exemples des grands ravages cauſés par les tremblements de terre ſeront rapportés dans le chapitre des Naturaliſtes.*

s'entr'ouvrit en quelques endroits ; il en ſortit des vapeurs ſoulphreuſes & chaudes, & enſuite des flammes.

Pluſieurs Phyſiciens modernes ont ſoutenu que le feu eſt le plus peſant de touts les corps. Les raiſons de cette opinion ſinguliére ſont *que de ſa nature le feu occupe le centre de la terre ; qu'il ſe diſſipe lorſqu'il monte en haut ; que ce qui nous paroit monter, n'eſt pas le feu, mais les parties du corps qui brule, détachées par le feu ; que ſi l'on met une couche de feu au milieu d'une pile de bois ou de charbon, la partie inférieure ſera plutôt allumée que la ſupérieure.* *Le P. Caſat, diſſert. phyſic. de igne, diſſert. 3. Le P. Caſtel, traité de phyſiq. t. 1. p. 24. & 436. &c.*

Ces raiſons ne me paroiſſent d'aucune force pour faire abandonner le ſentiment général de la légéreté du feu. Il n'y a aucun feu dans les entrailles de la terre, ſuivant qu'il vient d'être remarqué, & s'il s'y en allume quelqu'un, il ſe fait jour par quelque endroit, il rompt ſa voute, & s'élançant par cette iſſuë, il ſuit ſon penchant à s'éloigner du centre. Une couche de feu, au milieu d'une pile de bois ou de charbon, embraſe plutôt la partie inférieure, parce que cette couche de feu appuie davantage & agit plus puiſſamment ſur la partie inférieure par le poids de la matiére embraſée, non par la peſanteur du feu lui-même. Si le feu

tendoit de ſa nature vers le centre de la terre, les particules qu'il détache des corps qui brulent, devroient être pouſſées par cet élément vers le centre, au lieu que nous les voïons monter, puiſque la flamme & la (1) fumée s'élévent inconteſtablement au lieu de deſcendre. Nous pouvons facilement tenir la main à quelque diſtance au-deſſous d'un corps enflammé; ce qui ſeroit inſoutenable à la même diſtance au-deſſus. On peut donc ſe convaincre, par cette expérience & par mille autres, que le feu, ſon action, & les particules ignées, qui ſe détachent, tendent en haut & non en bas. Lorſqu'on veut allumer un fagot avec une brande de paille, on ne s'aviſe pas de mettre la paille allumée au-deſſus du fagot. Si le feu, en s'élevant ſe diſſipe, c'eſt qu'il manque d'aliments, ou qu'il rencontre des obſtacles qu'il n'a pas la force de ſurmonter.

L'auteur *de la 3 lettre philoſophique pour raſſurer l'univers*, voulant prouver que le feu n'eſt pas leger, obſerve que le feu deſcend à meſure que le corps ſe conſume. *Nous pouvons nous en convaincre*, dit-il, *dans une bougie allumée : la flamme*,

(1) *Lorſque les particules, qui ſe détachent & qui s'élévent, entrainent des parties aqueuſes & groſſiéres, la fumée eſt épaiſſe.*

après s'être allongée en pyramide, & avoir pris une certaine étenduë, ne paſſe plus ces bornes : elle ſe reſſerre, au contraire, & deſcend à meſure que la bougie ſe conſume. Il entreprend de prouver avec auſſi peu de ſuccès que le feu eſt peſant. *Dans un fourneau plein de charbon noir, ſi vous mettez au-deſſus deux ou trois charbons bien allumés, le feu les quittera pour paſſer par les charbons qui ſont au-deſſous, & deſcendra d'autant plus vîte qu'il y a plus de profondeur. Il tend donc en bas, il eſt donc peſant ?* La flamme ſuit le corps qui lui ſert d'aliment ; c'eſt ce qui la fait deſcendre à meſure que la bougie ſe conſume : elle monteroit beaucoup plus vîte ſi le feu étoit allumé du côté du centre de la terre. Renverſez une bougie allumée ; elle ſera fonduë en très-peu de tems. Le feu quitte quelques charbons au haut d'une pile, pour paſſer à ceux qui ſont au-deſſous, parce que l'air groſſier pénétre les interſtices de ces charbons du côté qui lui eſt expoſé ; ce qui met beaucoup d'obſtacle à l'action du feu ou au mouvement dans lequel il conſiſte : au lieu que le feu trouve des particules plus combuſtibles, plus diſpoſées à le recevoir, dans l'intérieur de la pile par la réverbération de pluſieurs feux. Mais on n'en peut tirer aucune induction pour la peſanteur de cet élément.

Si le feu augmente la pesanteur de quelques corps, c'est parce qu'il occasionne l'entrée d'une matiére étrangére qui s'y insinuë : & pour l'observer en passant, je crois que les expériences de Boyle, lorsqu'il a prétendu calculer le poids de la flamme, ont porté (1) sur un faux principe. L'imagination se révolte contre une opinion qui attribue à la flamme plus de pesanteur qu'aux corps massifs. La description qu'Ovide fait du débroüillement du cahos, est conforme à l'idée naturelle : *Les rapides feux*, dit-il, *volérent* (2) *vers le ciel, & s'emparérent des places les plus élevées ; l'air qui approchoit le plus de la subtilité du feu, occupa les régions qui en étoient les plus proches.*

Gurisch. tract. historico med.

Le corps humain produit quelquefois (3) des feux réels ; & dans les régions Septentrionales, où l'on boit beaucoup d'esprit de vin & d'esprit de froment, il

(1) *Ces expériences rouloient sur les degrés de pesanteur que les métaux contractent de plus dans la flamme. Boyl. de flammæ ponderabilit. L'augmentation de poids du corps qui a été échauffé, ne démontre pas le poids de la flamme.*

(2) Ignea convexi vis & sine pondere cœli
Emicuit, summâque locum sibi legit in arce :
Proximus est aër illi levitate locoque.
Ovid. metam. lib. 1.

(3) Quin & repentinos existere ignes, & in corporibus etiàm humanis. *Plin. lib.* 2. *c.* 107.

n'eſt pas rare de voir des perſonnes rendre des flammes par la bouche. On en a vû de conſumées par des flammes formées au-dedans d'elles-mêmes ; & on en a depuis peu l'exemple célébre d'une femme de la ville de Céſéne réduite en cendres par un feu allumé dans ſon propre corps. Daniel Horſtius rapporte qu'une femme s'étant miſe en colére, ſa tête devint toute environnée de flammes. Il dit qu'un certain Antoine Godefroy, après un violent paroxiſme de goute, faiſoit ſortir de ſes jambes des éteincelles de feu, quand il les frottoit. Une dame de Véróne n'avoit qu'à ſe frotter avec du linge ou avec autre choſe, pour qu'il ſortît de ſon corps des éteincelles & même des flammes : & Fortunius Licetus atteſte qu'une perſonne, en ſe frottant le corps avec la main, ou en tirant ſa chemiſe avec précipitation, faiſoit ſortir du feu de ſa peau. Ces feux n'étoient pas encore allumés dans ces corps, avant que d'en ſortir, car ils y auroient excité de vives douleurs, & ils les euſſent bientôt conſumés. Il en eſt de même de toutes les matiéres combuſtibles, où le feu s'allume.

Journ. des Sçav. du Lundi 19. Avril 1683.

Lettr. de M. Maſſ. ſur une Dame réduite en cendres.

Il y a des feux qui n'agiſſent point ſur les corps les plus mols, & qui diviſent les plus durs. Les Phyſiciens rendent raiſon de ces effets par la diſpoſition des po-

res & le mouvement des corpuſcules inſenſibles. C'eſt ainſi que l'eau régale, où l'on a fait diſſoudre du ſel gemme & du ſel armoniac, eſt le ſeul diſſolvant qui puiſſe décompoſer l'or, au lieu que ce même diſſolvant n'agit en aucune maniére ſur l'argent & ſur les autres métaux, dont la diſſolution eſt cependant beaucoup plus facile. La raiſon en eſt que cette eau régale a des molécules aſſez ſubtiles pour pénétrer dans les pores très-ſerrés de l'or, & diviſer ce métail par le mouvement qu'elle y introduit; tandis que les pores plus larges de l'argent & des autres métaux laiſſent un cours libre à ces molécules de l'eau régale, qui n'y trouvant aucun obſtacle, n'y cauſent aucune décompoſition.

Les principes des ébullitions & des fermentations ſont les mêmes que ceux du feu. C'eſt une matiére ſubtile qui communiquant la rapidité de ſon mouvement à des particules qu'elle a la force d'entrainer, agite & raréfie avec violence les fluides, de même qu'elle diviſe & décompoſe les ſolides. Si la matiére ſubtile domine aſſez dans la fermentation, pour faire pirouetter rapidement les parties imperceptibles, & repouſſer les globules du ſecond élément, la fermentation eſt enflammée & lumineuſe, comme

dans un mêlange d'esprit de nitre, d'huile de vitriol & d'huile de thérébentine. Il y a des fermentations qui produisent seulement beaucoup de chaleur, comme celles de l'esprit de nitre avec du fer ou de l'acier : quelques-unes se font sans aucune chaleur sensible, comme celles du vinaigre avec le plomb & le corail : d'autres enfin se terminent par le réfroidissement des liqueurs, comme celles de l'huile de thérébentine avec l'esprit de vin. De même qu'il n'y a aucune fermentation dans toutes ces liqueurs avant leur mélange, il n'y a non plus aucun feu dans la matiére combustible avant son embrasement.

Agrippa prétend que le feu céleste chasse les esprits ténébreux, ce qui fait que le notre aïant la ressemblance de cette lumiére supérieure participe à la même vertu, & comme les esprits de ténébres sont plus forts dans les ténébres, ainsi les bons esprits, les anges de lumiére deviennent plus forts par la lumiére, non-seulement céleste, mais encore de ce feu terrestre & inférieur. Et c'est pour cette raison, que les premiers auteurs des Religions & des cérémonies, ont ordonné d'allumer des cierges ; que les sacrifices étoient offerts par le feu ; & que cet élément étoit gardé religieusement dans les temples,

Philos. occult. lib. 1. c. 5.

Ariſtote poſe quatre qualités élémentaires primitives ; la chaleur, la froideur, l'humidité & la ſéchereſſe : & il diſtribue en cette ſorte ces qualités aux quatre éléments. Il donne au feu la chaleur & la ſéchereſſe ; à l'air, la chaleur & l'humidité ; à l'eau, la froideur & l'humidité ; à la terre, la froideur & la ſéchereſſe. Il fait la chaleur & la froideur des qualités actives, & la ſéchereſſe & l'humidité des qualités paſſives.

Défauts des définitions donnée par Ariſtote des qualités primitives. *Ariſtot. lib. 2. de generat. & corrupt. c. 2.*

Il définit la chaleur, *ce qui aſſemble les choſes de même genre* ; & la froideur, *ce qui aſſemble toutes choſes, ſoit de même genre, ſoit de genre différent* ; l'humide, *ce qui ne ſe contient pas facilement dans ſes propres bornes, mais dans des bornes étrangéres* ; & le ſec, *ce qui ſe contient facilement dans ſes propres bornes, & ne s'accommode pas facilement aux bornes des corps qui l'environnent.* Ces définitions n'ont ni juſteſſe, ni utilité.

Suivant la Phyſique nouvelle, la chaleur eſt un mouvement des particules en tout ſens ; ce qui fait qu'elle corrompt les corps en diviſant & ſéparant leurs particules : par une raiſon contraire, le froid les conſerve en maintenant leur union, & diminuant beaucoup leur mouvement. La glace eſt produite par un extrême ralentiſſement de l'agitation. *Qui pourra,*

pourra, dit Locke, *trouver les liens qui attachent si fortement ensemble les amas de ces petits corpuscules, qui étoient auparavant séparés ? Quiconque, dis-je, nous fera connoître le ciment qui les joint si étroitement l'un à l'autre, nous découvrira un grand secret jusqu'à cette heure entierement inconnu.* C'est un secret que la Physique découvre aisément : les particules de l'eau sont désunies & liquides, lorsque la matiére subtile, qui les pénétre, cause par son mouvement en tout sens leur fluidité, mais ce mouvement étant fort rallenti par le froid, ces mêmes particules de l'eau sont fortement comprimées les unes contre les autres, & deviennent même adhérentes. Un grand froid glace aussi les liqueurs spiritueuses (1) comme le vin : leurs parties très-déliées & très-agitées cédent aux parties roides & directes de l'air, qui percent & rempliſſent leurs pores, & y arrêtent le mouvement. Alors les parties spiritueuses s'évaporent ou changent de figure & de mouvement, absorbées elles-mêmes par l'engourdissement ; ou elles conservent par leur union la force & le mou-

Essai sur l'entendem. liv. 2. ch. 23.

(1) Nudaque consistunt formam servantia testæ
Vina, nec hausta meri, sed data frusta bibunt. *Ovid. trist. lib. 1.*

vement qui leur reſtent : ce qui fait qu'une bouteille de vin étant gelée, ſi l'on caſſe la bouteille & la glace, on trouve tout l'eſprit de vin concentré au milieu, qui n'eſt point gelé & qui prend feu aiſément. La condenſation de l'air par le froid, fait que l'haleine des animaux eſt plus ramaſſée, & devient viſible. Le froid & le chaud durciſſent la bouë ; le froid, parce qu'il met en repos les particules aqueuſes qui la rendoient molle ; le chaud, parce qu'il fait évaporer ces mêmes particules.

Le vent du Nord eſt froid, parce qu'il a une agitation directe & non en tout ſens. On ſouffle le chaud, & le froid, preſque dans le même inſtant, en donnant à l'air deux mouvements differents. Celui qui ſort rapidement par une petite iſſuë, que lui laiſſent les lévres ſerrées, eſt froid, parce que l'agitation de ſes parties inſenſibles eſt directe, & non pas en tout ſens. Le même air eſt chaud, quand il ſort lentement de la bouche toute ouverte. Le chaud & le froid ne ſont donc que les differences du mouvement dans les particules des corps.

Præfat. edit. Newv. Les Newtoniens objectent à la phyſique corpuſculaire de des Cartes que la licence d'imaginer à ſon gré la figure & le mouvement d'une matiére imperceptible

ble, de supposer l'arrangement & l'impulsion de ses particules suivant le besoin qu'on en a, de feindre des corps si déliés & si subtils qu'ils traversent & rempliſſent toute sorte d'interstices avec une rapidité & une force de mouvement qui n'ont aucune vraisemblance, c'est renoncer à ce qu'il y a de réel dans la physique, pour s'attacher à des entités inconnuës, que c'est abandonner la vraie constitution des choses, pour s'appuïer sur des conjectures frivoles.

Les Cartésiens répondent que ce seroit faire grand tort au raisonnement, que de ne vouloir pas qu'il pénétrât plus loin que les yeux; que si l'on considére l'augmentation & la diminution des corps dont l'expérience est continuelle, si l'on fait attention aux découvertes surprenantes qui ont été faites par les microscopes, aux effets de la poudre à canon & à plusieurs autres phénoménes, on ne peut nier que les parties imperceptibles ne soient aussi réelles dans la nature, que celles qui donnent prise à nos sens. Qu'il est évident que notre odorat, par exemple, est frappé par des émissions de corpuscules, qui sont même quelquefois assez grossiers, pour ne pas échapper entiérement à notre vûë. Boyle a prouvé, par les expériences les plus certaines, que

des corps durs ou des fluides, il s'évapore plus ou moins de corpuſcules, ce qui fait que leur odeur augmente, & que leur poids diminuë, ſi par quelque frottement on élargit leurs pores. Puiſque nous ſommes aſſurés que chaque corps eſt compoſé de pluſieurs autres corps ſi petits, que nous ne pouvons en avoir qu'une connoiſſance intellectuelle ; & qu'autour de touts les corps il circule une atmoſphére très-déliée, tout philoſophe doit avoüer qu'on ne peut remonter aux cauſes des phénoménes perceptibles aux ſens, que par une méchanique ſuppoſée avec beaucoup de vraiſemblance dans les éléments imperceptibles, & qui rende raiſon de touts les effets par des reſſorts qu'on ne peut appercevoir, mais dans leſquels on n'admet rien que de conforme au cours ordinaire de la nature & à toutes les loix d'un méchaniſme connu par l'expérience. Le ſeul moïen d'expliquer les effets naturels eſt de les ramener à ce méchaniſme ſenſible.

Converſibilité des éléments.

Plutarch. lib. 1. c. 30.

La nature, ſuivant Empédocle, n'eſt que la viciſſitude continuelle de l'union & de la diſſolution des éléments : c'étoit auſſi la doctrine (1) de Pythagore. La matiére ne peut exiſter ſans quelque ſorte de ſi-

(1) Hæc quoque non perſtant quæ nos elementa vocamus,

gure ou sans étenduë ; mais elle est par elle-même indifférente à toute sorte de forme. Toutes ses différences ne consistent que dans les divisions, figures, situations, & mouvements des particules. Il est évident qu'il peut exister une derniére petitesse physique, & qu'elle est, par conséquent, propre à être transformée en toute sorte d'éléments. Une expérience continuelle suffit pour nous en convaincre : car indépendamment des opérations chimiques, par lesquelles les principes des corps sont fréquemment (1) détruits & transmués dans la décomposition, toute la nature est pleine de cette conversibilité des éléments, dont nous avons sans cesse des exemples devant les yeux. Les aliments, que nous prenons, réparent les parties de notre substance qui se dissipent ; & la conversibilité de la matiére semble conforme au récit de Moïse qui nous apprend que le corps de

Nec species sua cuique manet; rerumque novatrix
Ex aliis alias reparat natura figuras.
Ovid. metam. lib. 15.

(1) *Les métaux sont des corps mixtes & destructibles par la Chimie, qui les résout en leurs principes : sur quoi on peut consulter les expériences de Homberg dans les mémoires de l'Académie des Sciences, les ouvrages de Boërhaave, & les leçons de M. Geoffroy.*

l'homme a été formé de la terre. Soutiendra-t'on que l'eau qui a ſervi à nourrir une plante, ſubſiſte toûjours dans ſa nature d'eau ? Un corps qui a perdu les propriétés qui déterminent ſa nature, un corps qui a changé, dans ſes particules eſſentielles & primordiales, d'arrangement, de mouvement, & de figure, ne peut plus être appellé un même corps. Peut-on dire que dans une plante nourrie preſqu'uniquement d'eau, une matiére dure, opaque, incapable de couler & de s'inſinuer dans les autres corps, dénuée de toutes les propriétés qui conſtituent l'eſſence de l'eau, ſoient toûjours ce même élément ? L'eau peut devenir ſang, & chair enſuite. Elle devient feu quelquefois. On voit même que verſée ſur un grand feu, elle en augmente l'activité, parce qu'elle contribuë, comme le vent, à briſer les petites cellules qui tiennent la matiére ſubtile empriſonnée, & qu'elle ſert d'aliment au feu. Si par l'analyſe & la décompoſition des plantes & des autres corps, on en tire de l'eau, c'eſt le plus ſouvent par une autre ſorte de tranſmutation, puiſque les particules de ces corps étoient auparavant dénuées de toutes les propriétés qui conſtituent de l'eau. Newton, dans ſon optique, aſſure *que l'eau ſe change en une terre ſolide*

par des distillations réitérées, comme Boyle l'a découvert par ses expériences. Mais quel besoin d'alléguer les expériences de Boyle, lorsque nous avons l'expérience continuelle de la conversion de nos aliments en notre propre substance, qui s'augmente, se répare, ou se diminue d'une maniére si sensible?

Je conviens, dit Boyle, *avec tous les Philosophes, qu'il y a une matiére universelle, qui est la même dans touts les corps.* Boyl. orig. formar. init.

Ce sont des vûës moins dignes du créateur d'attribuer à sa puissance infinie des volontés spéciales qui ont produit des éléments désunis, hétérogénes. Quel principe conduiroit mieux au matérialisme qu'une matiére immuable? Et si Pathée pouvoit trouver quelque moïen de se soustraire à l'évidence d'une unité de dessein annoncée par tout ce qui compose l'univers, ne seroit-ce pas dans cette multiplicité d'êtres à part, dans cette distinction de substances hétérogénes, dans cette diversité d'éléments? Siléne enseignoit (1) aux Nymphes une philo-

(1) Namque canebat uti magnum per inane coacta
Semina terrarumque, animæque, marisque fuissent,
Et liquidi simul ignis; ut his exordia primis
Omnia, & ipse tener mundi concreverit orbis.
Virgil. eclog. 6.

ſophie Epicurienne, qui diſtinguoit les éléments comme autant d'êtres à part & de natures particuliéres, & qui confondoit les ſubſtances ſpirituelles & corporelles. Voilà quelles ſeroient les ſemences de l'athéiſme : mais aucune Phyſique raiſonnable, quelque défectueuſe qu'elle ſoit dans ſes principes, n'y peut conduire ; & les Cartéſiens rendent en cela plus de juſtice à leurs adverſaires.

La matiére & le mouvement ne peuvent rien par eux-mêmes : mais ces deux principes mis en œuvre par une puiſſance infinie ſuffiſent pour produire tout cet univers matériel, ſans que Dieu y mette rien de plus que des loix générales applicables à touts les phénoménes ; même à l'organiſation (1) des animaux : & ſi nous

(1) *C'eſt un ſyſtême à la mode que touts les germes ont été créés en même tems au commencement du monde ; que les corps des hommes, de même que ceux des bêtes & des plantes, non-ſeulement ſe trouvent en petit dans les ſemences ou dans les premiers principes des individus, mais que ces petits germes contiennent une quantité de germes ſucceſſifs indéfinie, qui ne font que ſe développer par la ſuite, ſans que jamais il s'en forme aucun. Un germe prochain n'eſt pas douteux : il fait partie de l'animal ou de la plante qui croît. Mais cette ſuite de touts les germes, qui doivent perpétuer l'eſpéce de l'animal ou de la plante juſqu'à la fin des ſiécles, qui coëxiſtent dans chaque germe, en ſorte que dans une ſuite indéfinie cha-*

ne pouvons concevoir ni ſuivre diſtinctement touts les effets de ces loix, c'eſt au moins la maniére la plus digne de conſidérer les ouvrages de l'Etre Tout-puiſſant.

La diviſibilité à l'infini de la matiére n'exclut point un certain degré de petiteſſe, auquel la nature ſoit bornée dans la conſtitution réelle des corps. Un dernier degré de petiteſſe eſt la derniere limite de la diminution naturelle de l'étenduë. Mais un corps, ſuppoſé réduit à ce dernier degré de petiteſſe phyſique, eſt toûjours compoſé de parties, toûjours eſſentiellement diviſible : quoiqu'il ſoit vrai, je ne dis pas ſeulement que l'induſtrie humaine ne puiſſe plus le diviſer ; mais qu'il n'y a aucune voie artificielle,

D'une derniére petiteſſe.

que germe, parmi ceux-mêmes dont le développement eſt le plus reculé, eſt à l'égard du germe qui le contient, comme le germe prochain eſt à l'égard du corps, c'eſt une penſée qui révolte l'imagination, & qui n'eſt fondée ſur aucun principe ſolide. Si l'on ne voit point ſortir un potiron ou un melon de la graine d'un pavot ou d'une aſperge, ni un chien naitre d'une chatte, c'eſt que chaque plante & chaque animal contient le germe immédiat qui eſt comme le moule invariable de ſon eſpéce : mais d'imaginer gratuitement une quantité indéfinie de germes de plus petits en plus petits, concentrés les uns dans les autres, je demande à quoi bon choquer ainſi de propos délibéré la vraiſemblance ?

ni même naturelle, d'en pouſſer plus loin la diviſion.

Perſonne, à ce que je penſe, n'a jamais prétendu ſérieuſément que la matiére fut phyſiquement diviſible à l'infini, quoique la façon dont on traite aujourd'hui l'infini, conduiſe à cette conſéquence abſurde que la matiére eſt actuellement diviſée à l'infini. On demande donc s'il exiſte, dans la nature, une derniere petiteſſe ? Et cette queſtion peut être ſoudiviſée: Y a-t-il actuellement des corps de cette derniere petiteſſe poſſible à la nature ? Ou une derniére petiteſſe phyſique eſt-elle, non pas actuelle, mais ſeulement poſſible ? A l'égard de la premiére queſtion, on peut également affirmer le pour & le contre, ſans courir aucun riſque d'être convaincu d'erreur par l'expérience. Mais je ſuis plus porté à croire que n'y aïant apparemment aucune partie de la matiére qui ne ſoit emploiée à quelque uſage, il n'y a, dans l'univers actuellement, aucune parcelle de cette derniére petiteſſe phyſiquement poſſible: car cette parcelle, ou ces parcelles, ſuivant les conjectures les plus probables, ſeroient des hors-d'œuvre, & chacune ſéparément ſeroit inutile: or il n'eſt pas à préſumer que la nature ait rien fait inutilement. Il paroît même conforme aux

principes d'une bonne Physique, que de semblables parcelles ne pourroient exister sans se joindre aussi-tôt à quelqu'un des éléments. Il est vraisemblable que la matiére subtile elle-même pourroit encore être diminuée physiquement pour s'insinuer dans des interstices plus petits que ceux qu'elle remplit. Quant à la seconde question, l'affirmative n'est pas douteuse. Dieu n'a rien créé d'infini : les loix générales établies par le Créateur dans un monde matériel sont finies ; elles sont donc limitées sur un dernier degré de petitesse possible, comme sur tout le reste.

De ce principe très-certain s'ensuit cette vérité inconteſtable, qu'une matiére primitive, indéterminée, universelle, propre à être le principe d'un corps quelconque, existe dans la nature ; & que ce n'est pas seulement un axiome physique, mais une vérité démontrée. Car s'il y a une derniére petitesse physiquement possible, il faut nécessairement que les particules de matiére, supposées de cette derniére petitesse, soient la base uniforme de touts les éléments & de touts les corps, & qu'elles ne soient pas elles-mêmes déterminées à être aucun élément, ni aucune espéce particuliére de corps.

La question du vuide a, dans touts les tems, partagé les philosophes. Les uns

Question du vuide fort débattuë.

ont ſoutenu le vuide (1) impoſſible, puiſqu'aucun eſpace n'eſt ſans étenduë, & que ſans une étenduë réelle les prétendus intervalles de l'eſpace vuide ne peuvent ſubſiſter, n'étant ſéparés de rien ; que s'il n'y avoit point d'étenduë, les parties entre leſquelles on ſuppoſe un eſpace vuide, ſe toucheroient ; qu'une diſtance ou une étenduë, qui conſiſte dans le néant ou dans le vuide, eſt une idée contradictoire ; que l'étenduë & la matiére ſont inſéparables ; qu'il faut que tout eſpace ſoit corporel pour être meſurable, & que comme on ne peut concevoir la matiére ſans étenduë, il eſt auſſi impoſſible de concevoir l'étenduë ſans matiére : qu'ainſi l'eſpace & l'étenduë ont commencé avec la matiére : qu'admettre le vuide, c'eſt détruire la nature, & qu'aucune explication phyſique ne peut ſubſiſter avec lui.

Ariſtot. ap. Stob. Eclog. phyſic.

Les autres établiſſent la néceſſité du vuide hors du monde & dans le monde ; hors du monde, ſans quoi il ſeroit infini ; dans le monde, ſans quoi il ne pourroit (2) y avoir de mouvement. Ils défi-

(1) Nihil eſt enim quòd vacet corpore. Corporibus autem omnis obſidetur locus. Ità nullum inane, nihil eſſe individuum poteſt. *Cic. de nat. deor. lib.* 1.

(2) . . . . . quæ, ſi non eſſet inane,

niſſent le vuide une étenduë incorporelle & pénétrable ; qui ſe conçoit négativement, comme le rien & les ténébres. Ils ſoutiennent que ſans le vuide il n'y a aucun lieu dans l'univers : car le lieu, qui eſt l'eſpace occupé par un corps, eſt immobile, & ne ſuit point le corps qui le quitte ; ce qui prouve que l'eſpace vuide exiſtoit avant le corps, qu'il exiſte indépendamment du corps, & qu'ainſi il y a une étenduë incorporelle que l'on conçoit meſurable par une ligne imaginaire, qui en fait le diamétre. Newton avance, comme des axiomes, qu'il y a des lieux (1) abſolus & primitifs, qui ſont tels par leur eſſence, & auxquels il eſt abſurde d'attribuer aucun mouvement. Suivant

Non tàm ſollicito motu privata carerent,
Quàm genita omninò nullâ ratione fuiſſent ;
Undique materies quoniàm ſtipata fuiſſet.
Lucret. lib. 1.

Nam neque conlidi ſine inani poſſe videtur.
Quicquàm nec frangi ; nec ſcindi in bina ſecando,
Nec capere humorem, nec item manabile frigus,
Nec penetralem ignem, quibus omnia conficiuntur. *Lucret. ibid.*

(1) In tempore, quoad ordinem ſucceſſionis, in ſpatio quoad ordinem ſitûs locantur univerſa. De illorum eſſentiâ eſt ut ſint loca ; & loca primaria moveri abſurdum eſt. Hæc ſunt igitur abſolutè loca. *Newt. princip. Math. Schol. definit.* 8.

les mêmes principes, le lieu étant l'eſpace que la choſe occupe, il ne peut être réel & corporel ; c'eſt le vuide qui ſe rencontre par tout dans la nature, & ſans lequel elle ne pourroit ſubſiſter. Car il ſeroit inſoutenable de dire avec Ariſtote, que le lieu eſt la ſurface dont la choſe eſt environnée, parce que le lieu aïant inconteſtablement la même meſure que le corps qui le remplit, il ne peut pas être hors la ſuperficie de ce corps : & lorſqu'on demande aux ſectateurs d'Ariſtote quel eſt, ſuivant leurs principes, le lieu du dernier ciel qui n'eſt environné de rien, il faut qu'ils tombent dans l'abſurdité de répondre, que le dernier ciel n'eſt en aucun lieu, que ce qui exiſte, n'exiſte nulle part : ce qui eſt abſurde. Le lieu ne peut pas être non plus la ſuperficie même du corps qui le remplit ; car il s'enſuivroit que le corps changeant de place, emporteroit le lieu avec lui. Portons notre imagination au-delà du terme de la création du monde, notre imagination s'y repréſentera toûjours de l'étenduë ; il ne s'enſuit pas cependant que la matiére ſoit éternelle ; ce qu'aucun philoſophe Chrétien ne peut ſoutenir. » Quelque créa-» tion ou quelque deſtruction qu'on ſup-» poſe, on conçoit toûjours très-diſtinc-» tement de l'étenduë ou de l'eſpace, qui

Ariſtot. lib. 4. phyſic. c. 6.

Voïag. du mond. de des Cart. par. 4. p. 512.

» a été, qui est, & qui sera toûjours, & » qui ne peut pas ne point être. Or être » nécessaire, être éternel, & avoir toû- » jours été, sont des attributs qui conf- » tamment ne conviennent point à la » matiére. «

Une troisiéme opinion est que le vuide, à la vérité, n'est pas impossible, mais qu'il n'existe point dans la nature, & qu'il est contraire aux idées de la plus saine physique. Touts les phénoménes naturels, & entr'autres la diffusion de la lumiére ne peuvent être conciliés avec l'opinion du vuide; car ce n'est que parce que tout est plein & contigu, que la pression de la lumiére peut se communiquer en un instant. C'est la pression du plein, qui contient chaque corps dans son état naturel, qui donne à touts les ressorts leur vertu élastique, & qui empêche une dissolution générale. *Bayle dict. not. G. sur Leucippe.*

Je ne trouve pas, comme des Cartes, une contradiction formelle dans le vuide. Si touts les corps qui rempliſſent une chambre étoient anéantis, Dieu pourroit empêcher que les murailles ne se touchassent. Le monde ne pouvant être infini, c'est une nécessité d'admettre du vuide au-delà de ses limites, d'y reconnoître des espaces métaphysiques, dont il nous est impossible de nous former une

idée repréſentative ; mais qui ne ſont pas pour cela le néant abſolu, ſuivant des Cartes, qui forme ſon ſophiſme en ſubſtituant l'idée du rien à celle d'une étenduë incorporelle, pour faire paroître de la contradiction dans l'exiſtence du vuide. La toute-puiſſance de Dieu pourroit introduire au milieu du monde, ou diſtribuer dans toutes ſes parties, ces mêmes eſpaces métaphyſiques qui ſont au-delà de ſes limites. La matiére pourroit donc être ſéparée ſans l'interpoſition d'aucune autre matiére : mais ſuivant l'ordre naturel, il eſt impoſſible qu'il ſe trouve du vuide dans le monde, & que deux corps ſoient ſéparés par une autre ſubſtance que par un corps.

Le plein n'apporte aucun obſtacle au mouvement, de même que toutes les parties d'un cercle ſe meuvent à la fois autour du centre. Dans un baſſin plein d'eau, un poiſſon ne ſe meut-il pas en liberté ? L'eau qu'il pouſſe par ſes nageoires, reflue auſſi-tôt de proche en proche vers ſa queuë. Pourvû qu'on admette, ce qui ne peut être nié, qu'il y a quelque matiére continuë, comme dans un bâton ou dans un cercle de fer, on eſt obligé de reconnoître qu'une partie de ce bâton qui eſt pouſſé en avant, ou de ce cercle qui eſt mu en rond, occupe au même

inſtant l'eſpace que ſa partie antérieure quitte. C'eſt une objection auſſi vaine de prétendre qu'il y a du vuide dans l'air, parce qu'on peut le comprimer, & en faire entrer une plus grande quantité dans un eſpace qui en paroiſſoit déja rempli. Il eſt facile de répondre qu'une matiére ſubtile, qui remplit les interſtices de touts les corps, étant chaſſée par les parties de l'air qu'on fait entrer à force, lui fait place dans un eſpace qui paroiſſoit plein d'air, comme dans les balons & les arquebuſes à vent. Tous les Phyſiciens ſont obligés d'admettre cette différence d'éléments, puiſque le récipient de la machine pneumatique d'où l'on a pompé l'air, ou l'eſpace qui reſte au-deſſus du mercure ſuſpendu dans ſon tuïau à la hauteur de 27. poulces, ſont traverſés par la lumiére; ce qui démontre que ces eſpaces, pour être vuides d'air groſſier, ne ſont pas vuides de toute matiére.

Si la matiére peut être (1) *plus ou moins raréfiée*, dit Newton, *rien n'empêche qu'elle ne le ſoit à l'infini.* Raiſonnement abſurde! car une raréfaction qui ſeroit infinie, ne ſeroit plus une raréfaction, mais

(1) Quod ſi quantitas materiæ in ſpatio dato, per rarefactionem quamcumque diminui poſſit, quidnè diminui poſſit in infinitum? *Newt. princip. math. lib. 3. prop. 6.*

un vuide abſolu de matiére. Le plein eſt par-tout égal; mais la matiére, qui le forme, eſt fort différente. Condenſée ou raréfiée, elle céde ou réſiſte plus ou moins; elle préſente un paſſage plus ou moins facile. Dans la raréfaction, une matiére déliée, muë en tout ſens, & dont les particules ſont ſans liaiſon entr'elles, n'apporte preſqu'aucun obſtacle au paſſage des corps. J'enfonce aiſément le doigt dans un vaſe plein d'une liqueur légére & qui n'a aucune viſcoſité; mais un bloc de marbre le repouſſe. Cependant l'eſpace occupé par la liqueur eſt auſſi plein que celui qui eſt rempli du bloc de marbre. Car la liquidité dépend, non d'une abſence ou d'un vuide de matiére, mais de l'agitation en tout ſens des particules & de leurs ſurfaces polies, qui les empêchent de s'accrocher les unes aux autres.

Toute matiére eſt néceſſairement & eſſentiellement étenduë; mais toute étenduë n'eſt pas réciproquement matérielle. Je conçois une eſpace vuide, non comme le néant étendu, ce qui eſt abſurde; mais comme un intervalle qui n'étant pas rempli d'un corps, peut contenir quelque autre choſe, dont véritablement je n'ai pas d'idée. C'eſt un Sophiſme de dire, comme des Cartes, *qu'il eſt contradictoire que les mê-*

mes choſes(1) *ſoient ſéparées l'une de l'autre, en même tems qu'elles ne ſont ſéparées par rien.* Le principe eſt certain ; mais l'application en eſt fauſſe.

Le vuide n'eſt pas poſſible phyſiquement ni dans l'ordre de la nature ; ni à plus forte raiſon dans l'hypothéſe Newtonienne d'une gravitation générale. Mais les Cartéſiens pourroïent-ils ſoutenir que Dieu n'exiſtoit nulle part avant la création, parce que l'eſpace, l'étenduë, & la matiére étant une même choſe, il ne pouvoit y avoir d'eſpace avant que la matiére exiſtât ? Pourroient-ils ſoutenir que les Anges, créés avant le monde, n'exiſtoient nulle part, parce qu'il n'y avoit point encore d'eſpace matériel ? Ce ſeroit là une véritable contradiction, qui réſulte de l'opinion de des Cartes, au lieu qu'il n'y a aucune contradiction dans l'opinion qu'il combat. Il y a donc des lieux métaphyſiques ; & ſi nous y prenons garde, l'idée du vuide ſe préſente auſſi naturellement à notre eſprit que l'idée du plein : il faut même quelque effort de notre penſée pour concevoir la prétenduë démonſtration, que des Cartes.

(1) Repugnat ut nihil ſit aliqua extenſio. *Carteſ. princip. part.* 2.

Repugnat ut interſit diſtantia, & tamen ut iſta diſtantia ſit nihil. *Ibid.*

allégue pour ſoutenir l'impoſſibilité métaphyſique du vuide matériel.

Le vuide matériel n'eſt pas néceſſairement un vuide abſolu : c'eſt ce qui tranche le nœud Cartéſien. Inutilement objecteriez-vous à un diſciple de des Cartes ferme ſur ſon principe, que Dieu pourroit anéantir la matiére qui eſt entre deux murailles, ou créer uniquement deux ſphéres. Il vous répondra que Dieu, en anéantiſſant la matiére des murailles, les rendroit néceſſairement contigues, puiſque rien ne les ſépareroit ; & qu'il y auroit contradiction que les convexités de deux ſphéres ſubſiſtaſſent, en même-tems que leurs ſurfaces, n'étant ſéparées par rien, ſe toucheroient dans touts leurs points. Vous ne gagnerez rien du côté des conſéquences qui ſont juſtes : attaquez-le par le principe ; il eſt ruineux : car il n'y a aucune contradiction que deux corps ſoient ſéparés par une ſubſtance qui ne ſoit pas matérielle ; & tout ce qui n'eſt pas contradictoire, eſt poſſible à une puiſſance infinie. Mais il ne s'agit pas, dans la Phyſique, de ce qui ſeroit poſſible à une toute-puiſſance infinie : l'objet de cette ſcience n'eſt que le méchaniſme du monde matériel. Ainſi quoique Dieu pût ſéparer deux corps par l'interpoſition d'une ſubſtance immaté-

rielle, hétérogéne, & à moi inconnuë, il n'eſt pas moins conſtant qu'il ne peut ſe trouver naturellement aucun vuide dans l'univers : les eſpaces métaphyſiques n'aïant aucun rapport à un monde matériel.

Newton n'a pas entendu la denſité ni la raréfaction Cartéſienne, lorſqu'il a penſé que dans le ſyſtême du plein, la réſiſtence (1) de touts les milieux devoit être égale. Dans le milieu raréfié, les intervalles ſont pleins d'une matiére fort deliée, muë en tout ſens, dont les parties n'ont aucune adhérence & ſouffrent facilement la diviſion : au contraire, un milieu condenſé a ſes parties plus ſerrées, adhérentes les unes aux autres, dans un moindre mouvément, ou muës du même ſens.

Des bornes du monde.

Des Cartes a mal raiſonné pour prouver l'infinité du Monde. *En quelque endroit*, dit-il, *que nous puiſſions ſuppoſer les limites de l'univers, nous imaginons encore au-delà des eſpaces, & par conſéquent de la matiére ; puiſque l'idée de l'étenduë ou*

Carteſ. princip. part. 2.

(1) Si ſpatia omnia æqualiter plena eſſent, gravitas ſpecifica fluidi, quo regio aëris impleretur, ob ſummam denſitatem materiæ, nil cederet gravitati ſpecificæ argenti vivi vel auri, vel corporis alterius cujuſcunque denſiſſimi : & propterea nec aurum nec aliud quodcunque corpus in aëre deſcendere poſſet. *Newt. princip. Math. lib. 3. prop. 6.*

de l'eſpace renferme néceſſairement l'idée de la matiére. Au-delà des bornes du Monde matériel, nous ne devons imaginer ni matiére, ni eſpace, ni étenduë matérielle, mais des eſpaces métaphyſiques, & une poſſibilité d'étenduë & d'eſpaces matériels. A la vérité, nous ne pouvons pas connoitre où ſont placées ces bornes de l'univers, mais nous concevons très-clairement que l'univers ne peut être ſans limites ; & comme il eſt extenſible de plus en plus à l'infini, il ne peut être étendu actuellement à l'infini.

Des Cartes a été trompé par ſon principe de l'identité de la matiére & de l'étenduë, aïant pareillement identifié l'eſprit & la penſée : au lieu que l'étenduë eſt l'eſſence de la matiére, non la matiére elle-même ; & que la penſée eſt l'eſſence ou l'action inſéparable de l'eſprit, non l'eſprit lui-même.

L'Opinion de des Cartes, du Monde matériel illimité, eſt fauſſe, abſurde, & contradictoire. Premiérement, quoiqu'il ſoit impoſſible métaphyſiquement que la matiére ſubſiſte ſans étenduë, puiſque ce ne ſeroit plus de la matiére, on ne peut avancer ſans témérité, que toute étenduë doive être néceſſairement matérielle. Secondement, il ne s'enſuivroit même pas de l'identité de la matiére & de l'étenduë, que le Monde eût une é-

tenduë infinie : car au-delà des limites du Monde matériel, il n'y a proprement ni étenduë ni eſpace; une poſſibilité d'eſpace & des lieux métaphyſiques n'aïant aucun rapport à l'eſpace matériel. La toute-puiſſance, qui a pu créer le Monde, l'a borné à ſes limites ; & le ſentiment de des Cartes eſt contradictoire, en ce qu'il a penſé que le Monde, qui eſt extenſible à l'infini, eſt actuellement étendu à l'infini. En troiſiéme lieu, l'étenduë infinie de la matiére conduiroit à ſon éternité ; & Clarck Anglois a remarqué que les mêmes raiſons alléguées par des Cartes, pour ſoutenir que la matiére eſt illimitée, la feroient regarder comme un être qui exiſte néceſſairement. Car de cette premiére abſurdité, que la matiére ne peut avoir de limites, parce qu'il y a toujours de l'étenduë au-delà, il s'enſuivroit que la matiére ne peut avoir eu de commencement, puiſqu'il y a toûjours eu de l'étenduë au-delà de ſon commencement. Mais parce que des Cartes n'a pas apperçu cette conſéquence de l'Opinion du Monde matériel illimité, il ſeroit fort injuſte de faire tomber ſur lui aucun ſoupçon odieux. Liſez ſes Méditations : vous concevrez aiſément qu'un Philoſophe, qui a emploïé toute la force d'un des plus grands génies qui fut ja-

mais à établir par des démonſtrations invincibles la diſtinction des deux ſubſtances ſpirituelle & corporelle, eſt fort au-deſſus de tout ſoupçon de matérialiſme.

Si l'on demande quelle force peut contenir (1) l'extrémité des tourbillons, & empêcher qu'ils ne ſe diſſipent, puiſque rien de matériel (2) ne les reſſerre dans leurs limites ? Nous répondrons que c'eſt à la Phyſique à nous accompagner juſqu'aux limites du Monde matériel ; mais que ſi nous entreprenons de les franchir par nos penſées, la Phyſique ou la ſcience du Monde matériel ne peut s'étendre au-delà. C'eſt alors à la métaphyſique à nous enſeigner que tout ce qui n'eſt point contradictoire eſt poſſible à une puiſſance infinie ; & que comme il ſeroit inſenſé de ne pas rapporter la création de l'univers à la ſageſſe infinie d'un Dieu, il ne le ſeroit pas moins de prétendre ſe paſſer de la toute-puiſſance infinie de l'être ſouverain pour la (3) conſervation de ce mê-

(1) Prætereà ſpatium Summaï totius omne
Undique ſi incluſum certis conſiſteret oris,
Finitumque foret, jam copia materiaï
Undique ponderibus ſolidis confluxêt ad imum.
Lucret. lib. 1.

(2) *L'Abyſme environne le Monde comme un vêtement.* Abyſſus, ſicut veſtimentum, amictus ejus. *Pſalm.* 103. *v.* 6.

(3) Nec verò ità Deum creatorem atque ef-
me

me univers : enfin que de vaſtes & innombrables tourbillons peuvent être contenus dans leurs bornes par la providence divine auſſi facilement, que les mers dans de petits eſpaces du globe que nous habitons.

Plus nous refléchiſſons ſur le vuide, plus nous ſommes perſuadés qu'il eſt impoſſible phyſiquement. Le vuide ſeroit-il le néant ? Il ne peut donc rien opérer ; & c'eſt le cas de la contradiction relevée par des Cartes. Dira-t-on que c'eſt un être poſitif créé ? C'eſt retomber dans les mêmes difficultés, qui ne s'oppoſent pas moins à ſon commencement ou aux limites de ſa durée, qu'à celles de ſon étenduë. Prétendra-t-on, avec quelques Newtoniens, que c'eſt un être po-

Incertitudes des recherches philoſophiques.

fectorem omnium credere oportet, ut exiſtimemus perfecto abſolutoque opere, ea quæ ab ipſo effecta ſunt, deinceps ſine infinitâ ejus virtute conſtare potuiſſe. Nam quemadmodùm omnia ut eſſent, Creatoris ſummâ poteſtate, ſapientiâ, & bonitate effectum eſt, ità etiàm niſi conditis rebus perpetua ejus providentia adeſſet, atque eâdem vi quâ ab initio conſtitutæ ſunt, illas conſervaret, ſtatim ad nihilum recíderent. Atque id ſcriptura declarat, cùm inquit : Quomodò poſſet aliquid permanere, niſi tu voluiſſes ; aut quod à te vocatum non eſſet, conſervaretur ? *Sapient. c.* 11. *v.* 26. *Catech. concil. Trident. in* 1. *art. Symbol. Credo in Deum, &c. c.* 2. *v.* 21.

Newt. princip. Math. Schol. gener. in fin. lib. 3.

ſitif incréé ; que c'eſt l'immenſité Divine, ou la toute puiſſance infinie ? Mais comment appliquer ce principe à l'uſage qu'on en veut faire ? Peut-on ſe perſuader que ce ſoit la ſubſtance Divine qui ſépare deux corps, entre leſquels on ſoutient qu'il y a du vuide ? Reconnoiſſons cependant que ſi nous ne pouvons avoir une idée diſtincte & déterminée du vuide, parce que nous n'avons aucune idée qui ne ſoit entrée dans l'entendement par les ſens, il nous ſuffit de conſidérer le vuide comme un effet poſſible, quoiqu'à nous inconnu, d'une toute-puiſſance infinie.

C'eſt donc une conſéquence néceſſaire d'avoüer que la toute-puiſſance du Créateur pouvoit auſſi aiſément établir la loi du vuide, dans le Monde matériel, que la loi du plein. Mais il faut qu'on nous accorde que ſi cela étoit ainſi, toutes les notions phyſiques ſe trouveroient fauſſes, que les corps agiroient les uns ſur les autres par une voie différente du contact ; que deux corps ſeroient ſéparés, ſans qu'aucune ſubſtance corporelle fût entr'eux ; que touts les grands phénoménes de la Phyſique, la lumiére, la peſanteur, les mouvements des aſtres ſeroient inconcevables. Hélas ! où en ſommes-nous après nos recherches ? Ecou-

tons un Newtonien : il fait, au contraire, conſiſter les principes de ſa philoſophie dans le vuide. Newton ne vient-il pas de contredire toutes les notions phyſiques ? Le Monde étonné ne lui a-t-il pas applaudi ? Fut-il jamais un exemple plus manifeſte que les recherches & les travaux des hommes dans les ſciences prophanes, que touts les efforts de leur curioſité n'aboutiſſent qu'à des Opinions ?

Mais non ; ne perdons point courage : les illuſions ne ſont que paſſagéres. Si Newton a été applaudi, c'eſt avant que d'être entendu. L'eſprit humain peut encore eſpérer d'entrevoir dans la phyſique quelques raïons de vérité.

M. Van-Muſſchenbroek prend un parti décidé ſur la nature de l'eſpace vuide de matiére. *Il établit nettement*, dit un Journaliſte de Trévoux, *que l'eſpace eſt une troiſiéme ſubſtance qui n'eſt ni eſprit ni corps. Si l'on laiſſe faire Meſſieurs les Newtoniens, nous allons voir tout à l'heure éclorre des millions de ſubſtances, qui ne ſont ni corps ni eſprits. Le feu a bien été déja érigé en ſubſtance immatérielle & non ſpirituelle dans la même échole.* Pour nous, qui ne connoiſſons que des ſubſtances penſantes ou étenduës, nous rejettons conſtamment de la Phyſique ce qui n'eſt ni matériel ni ſpirituel, ce qui ne ſe trou-

Mémoir. de Trév. Octob. 1739.

ve comme exiſtant ni dans la nature, ni dans la métaphyſique, ni dans la révélation. C'eſt un foible argument pour contredire toutes les notions Phyſiques, qu'alléguer que les principes qu'on avance n'ont rien d'impoſſible à une puiſſance infinie.

Mais les Newtoniens nous objectent que c'eſt notre philoſophie qui contredit les notions phyſiques. Evitons le raiſonnement défectueux qu'on nomme *pétition de principe*; & contentons-nous quant à préſent de cet avantage, qui n'eſt pas médiocre, que nos adverſaires ne peuvent mettre au rang ni des eſprits ni des corps, ces eſpaces vuides qu'ils veulent introduire dans le Monde matériel.

Je ſuppoſe que les derniers tourbillons, qui compoſent l'univers, ſoient étendus ou reſſerrés, comme il ſeroit très-poſſible à l'Etre ſouverain de les reſſerrer ou de les étendre, le lieu ou l'eſpace ſeroient augmentés à proportion; ce qui n'étoit pas lieu, deviendroit tel; ou ce qui étoit lieu, ceſſeroit de l'être. Nous n'admettons donc ni lieux ni eſpaces primitifs qui exiſtent, ſuivant Newton, indépendamment ou ſéparément du corps qui les remplit. Le lieu & l'eſpace ne ſont que les corps eux-mêmes, aïant différentes relations aux corps qui les environnent.

Chrysippe composa un traité pour prouver qu'il n'y a point de vuide dans la nature ; Hermès Trismégiste, Thalès, Empédocle, Zénon, & touts les Stoïciens, Varron, Cicéron, des Cartes, & le plus grand nombre des modernes, ont soutenu l'impossibilité du vuide : Leucippe, Démocrite, Xénophane, Epicure, Métrodore, Lucréce, Gassendi dans le dernier siécle, & récemment Newton, ont soutenu la nécessité du vuide.

Aristote rejettoit le vuide, mais avec une exception, disant qu'il falloit qu'il y eût hors du monde assez de vuide pour que le ciel, qui est de nature de feu pût respirer. Aristote avoit puisé cette opinion dans la philosophie de Pythagore. Les Philosophes qui ont admis le vuide, mêloient ensemble le plein & le vuide ; Newton a soutenu en dernier lieu, que les espaces célestes étoient entiérement vuides de toute matiére ; sentiment qu'il ne propose pas, comme une hypothése, mais (1) qu'il veut faire passer pour une vérité incontestable.

Ap. Plutarch. lib. 1. de placit. philos. c. 18.

Stob. Eclog. physic. c. 22. Plutarch. lib. 2. plac. c. 9.

Locke a donné dans l'extrémité opposée à des Cartes, en soutenant que l'étenduë n'est pas l'essence de la matiére.

(1) Omninò necesse est ut spatia cœlestia omni materiâ sint vacua. *Newton. optic. p.* 313.

Essai sur l'entendem. liv. 3. ch. 6.

Voici un mauvais raisonnement qu'il emploie pour prouver cette opinion. *Il y a des gens qui disent que l'étenduë est l'essence du corps. S'il est ainsi, comme nous ne pouvons jamais nous tromper, en mettant l'essence d'une chose pour la chose même, mettons dans le discours l'étenduë pour le corps; & quand nous voulons dire que le corps se meut, disons que l'étenduë se meut, & voyons comment cela ira. Quiconque diroit qu'une étenduë met en mouvement une autre étenduë par l'impulsion, montreroit suffisamment l'absurdité d'une telle notion.* 1. C'est parler fort juste, que de dire qu'une étenduë met une autre étenduë en mouvement par l'impulsion. 2. Il est faux qu'on puisse toujours mettre, dans le discours, l'essence à la place de la chose même. Car l'essence, ou cette constitution intérieure & inhérente, sans laquelle une chose ne peut être ce qu'elle est, n'est pas la chose elle-même. Outre l'essence, le sujet renferme souvent d'autres propriétés inhérentes aussi & invariables, mais émanées de cette propriété primitive qui est l'essence. Ainsi la matiére, outre qu'elle est étenduë, est impénétrable, figurée, mobile, divisible à l'infini, &c. Outre l'essence & les propriétés, le sujet renferme encore un grand nombre d'accidents variables,

comme un corps qui eſt chaud, dur, rouge, &c. On ne remplit donc pas à beaucoup près l'idée de la choſe, en mettant l'eſſence à ſa place.

Y avoit-il lieu de penſer que des qualités attractives ſeroient rétablies preſqu'auſſi-tôt après qu'elles avoient été proſcrites par la philoſophie Cartéſienne ? On allégue en vain, pour défendre l'attraction, que l'impulſion ne nous eſt pas mieux connuë. L'idée de l'impulſion eſt très-phyſique, parce que c'eſt un de ces procédés de la nature que j'ai continuellement ſous les yeux, & que rien ne caractériſe mieux la phyſique véritable, que d'expliquer les phénoménes dont les cauſes ſont cachées, par les cauſes les plus ſenſibles & les plus ordinaires. Il eſt vrai que nous ne concevons pas diſtinctement de quelle maniére le mouvement eſt tranſmis d'un corps à un autre ; mais nous voïons à touts les inſtants que cette communication du mouvement arrive par l'impulſion ou par le contact des corps: au lieu que mes ſens ne m'ont jamais fourni aucune idée de l'attraction. De l'attraction.

Les Newtoniens prétendent encore que l'attraction peut être une qualité de la matiére auſſi primitive que la mobilité. Les Cartéſiens répondent que la mo- *Præfat. edit. Newt. princip.*

bilité & les autres qualités primitives de la matiére, comme l'étenduë, l'impénétrabilité, ſont fort différentes de l'attraction ; que ces propriétés ſont très-ſimples, au lieu que l'attraction eſt une qualité compoſée, qui conſiſte en l'action d'un corps ſur un autre corps. Que les qualités primitives de la matiére ſe découvrent par touts les effets naturels & par les rapports conformes & aſſurés de nos ſens ; au lieu que des qualités attractives ſont des inventions Newtoniennes : que ce n'eſt pas parler en Phyſicien, que d'avoüer que l'attraction eſt inconnuë, & de ſoutenir en même tems, qu'elle pénétre touts les centres ſans ſçavoir pourquoi, & qu'elle fait tout dans la nature ſans dire comment.

Newt. princip Math. d. ſ. 1. 8. Newton avertit à la vérité, qu'il n'entend pas par l'attraction une cauſe phyſique ; mais il en fait en même tems, la cauſe générale, & le mobile univerſel. S'il fait entendre quelquefois qu'il peut y avoir au-delà une ou pluſieurs cauſes qu'il ne connoît pas, c'eſt en quoi conſiſte préciſément le langage renouvellé de l'ancienne échole : car qu'eſt-ce qu'une cauſe qu'on ne connoît point, ſi ce n'eſt une cauſe occulte ? Et cette phyſique eſt d'autant plus défectueuſe, que l'attraction y eſt appliquée à tout, au lieu que

les Anciens n'emploïoient leurs causes occultes qu'à l'égard de quelques phénoménes particuliers, dont ils ignoroient les causes physiques. Les qualités occultes du Péripatétisme ne signifioient rien: les attractions Newtoniennes contredisent le principe le plus certain de la physique, qu'un corps ne peut agir sur un autre corps au travers du vuide; & elles se contredisent elles-mêmes, cessant d'agir, ou devenant répulsives suivant les conjonctures. Les disciples de Newton ne font aucune difficulté de reconnoître l'attraction pour une cause physique, qui agit comme un principe interne.

M. Van Musschenbr. Ess. de phys. ch. 18. sect. 536.

Newton appelle *force d'inertie* un principe passif, par lequel les corps persistent dans leur mouvement ou dans leur repos, reçoivent du mouvement à proportion de la force qui l'imprime, & résistent autant que les autres corps leur résistent. Au lieu d'une force d'inertie, terme bizarre, qui n'est pas en physique plus utile que le principe de *Privation* d'Aristote, reconnoissons dans chaque particule de matiére une force réelle qui produit un mouvement effectif dès que le corps est libre, & qui fait effort continuellement pour le mouvoir, tant que quelque force plus puissante le contraint au repos: en sorte que le mouvement est

Newt. lib. 3. Optic. quæst. 31.

l'état naturel de touts les corps, & que le repos eſt un état forcé.

Nous avons, dans la meſure des forces motrices, un exemple de l'incertitude des expériences, des prétendues démonſtrations, & des calculs. Gaſſendi, Riccioli, & autres Phyſiciens Géométres adoptérent le ſentiment du P. Merſenne que les forces des corps qui ſe meuvent librement, étoïent en raiſon compoſée de leur maſſe & de leur viteſſe. Leibnits diſtingua les forces en mortes & vives; la force morte eſt l'effort qui ſubſiſte malgré l'obſtacle étranger qui l'empêche à tout moment de produire ſon effet: la force vive eſt celle qui produit un effet actuel. Leibnits avança en 1686. que la force vive ou la quantité de mouvement étoit le produit de la maſſe par le quarré de la viteſſe. Volfius & Graveſande ont ſuivi cette opinion. M. Bernoulli l'a renouvellée en 1726. & M. Van-Muſſchenbrock l'a ſoutenuë en dernier lieu. Quant à la force morte ou virtuelle, ſuivant l'opinion comune, c'eſt le produit de la maſſe du corps, & de la viteſſe que cette force tend à lui imprimer. La meſure de la force par le quarré de la viteſſe n'eſt fondée que ſur le principe vicieux de l'accélération des mouvements en raiſon des quarrés des tems, ſuivant

Eſſais de phyſiq. ch. 6 ſect. 161.

Galilée : principe qui produit toujours des conséquences fausses (comme il sera prouvé dans la suite) & qui se trouve ici contraire aux expériences décisives du choc des corps. M. de Mairan a entrepris de réfuter l'opinion de Leibnits, même en supposant le principe de Galilée véritable.

Mém. de l'Acad. des scienc. ann. 1728.

M. de Moliéres n'admet dans la nature qu'un mouvement, qui est le mouvement circulaire. Il divise l'air & l'éther en petits tourbillons fluides : il suppose que ceux de l'air ont un globule dur au centre, & que ceux de l'éther sont entiérement fluides. *Certainement, l'Auteur de la nature*, dit-il, *y a voulu introduire le mouvement d'une maniére durable. S'il eût donné à ses différentes parties, des mouvements en ligne droite du même sens, où seroient-elles enfin parvenuës ? Elles ne pouvoient pas sortir de l'univers. S'il leur eût donné des mouvements en différens sens, les mouvements contraires se seroient détruits, & bientôt tout seroit tombé dans un repos général, ou du moins dans une langueur toûjours plus grande..... Tout se réduit donc à des tourbillons, & chaque tourbillon étant nécessairement en équilibre, puisque s'il n'y étoit pas, il faudroit qu'il s'y rémît bientôt, cet équilibre emporte que les forces centrifuges des différentes couches sphériques*

Système des petits tourbillons.

Hist. de l'Acad. des scienc. ann. 1734.

qui le compoſent ſont toutes égales entr'elles.

Tout ce méchaniſme, comme on voit, eſt fondé ſur ſa prétenduë néceſſité ; l'équilibre des couches du fluide entr'elles, l'égalité des forces & de l'action qu'elles exercent les unes envers les autres, a pour unique principe que les choſes ne peuvent être autrement. Mais 1. il eſt impoſſible que le plein ſoit compoſé entiérement de petites ſphéres, qui laiſſent des intervalles vuides entr'elles : 2. il eſt impoſſible que des tourbillons d'une matiére molle aïent ce reſſort dans lequel on établit l'origine de touts les mouvements : 3. il eſt impoſſible que des tourbillons fluides, qui n'ont aucun principe phyſique d'activité, & qui font continuellement effort les uns contre les autres, ſe maintiennent ſans ſe détruire : 4. il eſt impoſſible de concilier les petits tourbillons avec les principaux phénoménes, tels que ceux de la peſanteur & de la lumiére, comme nous le prouverons : 5. Loin qu'il ſoit néceſſaire que les choſes ſoient ainſi, quand même l'impoſſibilité méchanique des petits tourbillons ne ſeroit pas démontrée, il n'y auroit aucune vraiſemblance que toute la matiére fût diviſée en petits tourbillons ; & au lieu d'être en droit de ſuppoſer comme néceſſaire l'égalité de forces & d'équilibre entre les différentes

couches, il faudroit en assigner quelque cause méchanique valable & assez puissante pour vaincre l'inégalité de forces & d'équilibre, que les loix générales du méchanisme doivent mettre entre les actions réciproques des couches.

C'est dans la force centripéte & dans le mélange du mouvement direct avec le circulaire qu'on peut trouver le principe méchanique de touts les phénoménes.

Mais il faut répondre aux objections que M. de Moliére a faites contre le mouvement direct. *Si le Créateur*, dit-il, *eût donné aux différentes parties de la nature des mouvements en ligne droite du même sens, où seroient-elles enfin parvenuës? Elles ne pouvoient pas sortir de l'univers* Cette objection est commune au mouvement circulaire, comme au mouvement direct: sa difficulté consiste dans les limites de la matiére. Car on peut demander de même: *Si les tourbillons ne sont soutenus par aucune matiére, que deviendront-ils? C'est une nécessité qu'ils se dissipent.* Mais le Créateur y a pourvû. Ce qui est au-delà de l'univers, est hors de portée de la physique: elle céde aux autres sciences tout ce qui n'est pas matériel: elle ne peut étendre ses conjectures que jusqu'aux limites du monde: son objet ne va pas plus loin que la matiére.

Il n'y a pas plus de difficulté à comprendre qu'un mouvement droit reflue vers le côté oppoſé, lorſqu'il eſt parvenu à l'extrémité de touts les tourbillons, qu'à ſuppoſer que des tourbillons ſont contenus & comprimés ſans aucune matiére qui les contienne & qui les comprime.

D'ailleurs le mouvement direct de la matiére ſubtile ne doit pas être conçu comme des files droites qui ſans être interrompuës, traverſeroient touts les tourbillons. Il n'y a que la matiére globuleuſe, dont les files ſoient droites & s'étendent depuis le centre de chaque tourbillon juſqu'à ſon extrémité : mais la matiére ſubtile change ſouvent de forme & de direction de mouvement. Elle ſe convertit en ſecond ou en troiſiéme élément, ſelon les rencontres des milieux qu'elle traverſe ; elle eſt ſouvent détournée pour diriger ſon action vers le côté le plus foible ; elle remplit les interſtices des corps qui circulent, & s'y trouvant engagée elle circule avec eux.

La ſeconde objection de M. de Moliére contre le mouvement direct, eſt *que ſi Dieu eût donné aux différentes parties de la matiére des mouvements en différents ſens, les mouvements contraires ſe ſeroient détruits, & bientôt tout ſeroit tombé dans un repos général, ou du moins dans une*

langueur toujours plus grande. Des mouvements qui se croisent, en passant au-dessus, au-dessous, à droite, à gauche, & de touts côtés les uns des autres, ne causent entr'eux aucun obstacle réciproque. Si quelques-uns viennent à se rencontrer à plomb, ils se reflechissent suivant les loix particulières du choc des corps. Il n'y a rien dans tout cela que de très-convenable & de très-physique; rien qui puisse arrêter ni rallentir les mouvements nécessaires dans la nature, ni suivant le principe de M. de Moliére, que tout corps persévére de lui-même dans l'état où il se trouve, soit de mouvement, soit de repos, ni suivant le principe que j'estime être la base de tout le méchanisme naturel, d'une qualité inhérente à la matiére, qui la porte (1) à s'élancer en ligne droite.

La loi du mouvement la plus importante pour un système général de l'univers, & à laquelle il semble que les Géométres Méchaniciens n'aïent aucun égard, c'est que les mouvements droit & circulaire suivent deux loix differentes, sçavoir que dans le mouvement droit, les corps les plus massifs descendent & se rangent le plus près du centre, que par

Différence des mouvements direct & circulaire.

(1) Et vagus è terris quà surgere nititur aer. *Tibull. lib. 4.*

conſéquent, dans cette ſorte de mouvement, ils ont plus de force centripéte. Ainſi jettez de l'huile dans un vaſe qui eſt vuide, c'eſt-à-dire, rempli ſeulement d'air, l'huile s'empare du fond, & contraint l'air groſſier de s'élever. Sur l'huile verſez de l'eau; les parties de l'huile plus déliées cédent la place à la force centripéte de l'eau, & ſe placent au-deſſus. Si vous y jettez enſuite du ſable, il ſouléve par l'excès de ſa force centripéte les deux liqueurs au-deſſous deſquelles il deſcend: mais il céde le fond du vaſe au vif argent dont les parties ſont plus compactes que les ſiennes: enfin l'or fondu le plus maſſif de touts ces corps ſe précipite au-deſſous de touts les autres.

Dans le mouvement circulaire la loi de la gravité eſt oppoſée. Le corps le plus maſſif, le même corps qui dans le mouvement direct avoit plus de force centripéte, eſt celui qui s'éloigne le plus du centre, qui a plus de force centrifuge: Si vous faites tourner ſur ſon axe un cylindre creux de glace, rempli de différentes liqueurs & de corpuſcules rouges de bâtons de cire d'Eſpagne broïés & réduits en petites parcelles; vous voïez les corpuſcules rouges de la cire d'Eſpagne ſe ranger à la circonférence, & cha-

que liqueur s'éloigner du centre à proportion que ſes particules ſont plus groſſiéres & ont plus de ſolidité ; alors l'eau & l'huile changent de place ; l'huile, dont les particules ſont plus déliées, occupe le fond du cylindre, elle eſt repouſſée vers ſon axe par l'excès de la force centrifuge de l'eau plus maſſive. Il eſt important de retenir les loix oppoſées de ces deux mouvements, dont dépend le méchaniſme général.

De touts les mouvements, le premier qui ſe préſente à l'imagination, le plus naturel & le plus ſimple, c'eſt le mouvement en ligne droite, & il produit néceſſairement le mouvement circulaire. Car en ſuppoſant un mouvement en ligne droite, il faut que la matiére antérieure reflue vers les côtés, & en même tems celle des côtés en arriére, pour prendre la place quittée par le corps qui s'eſt mis en mouvement. Si l'on conçoit un très-grand nombre de mouvements directs dans toute l'étenduë de l'univers, c'eſt une conſéquence naturelle, que touts ces corps ſe faiſant obſtacle les uns aux autres, conſpirent touts par leur mutuelle action & réaction, à ſe mouvoir par un mouvement circulaire, dans lequel tout corps qui ſe meut en rond, tend, ſelon l'origine de ce mouvement,

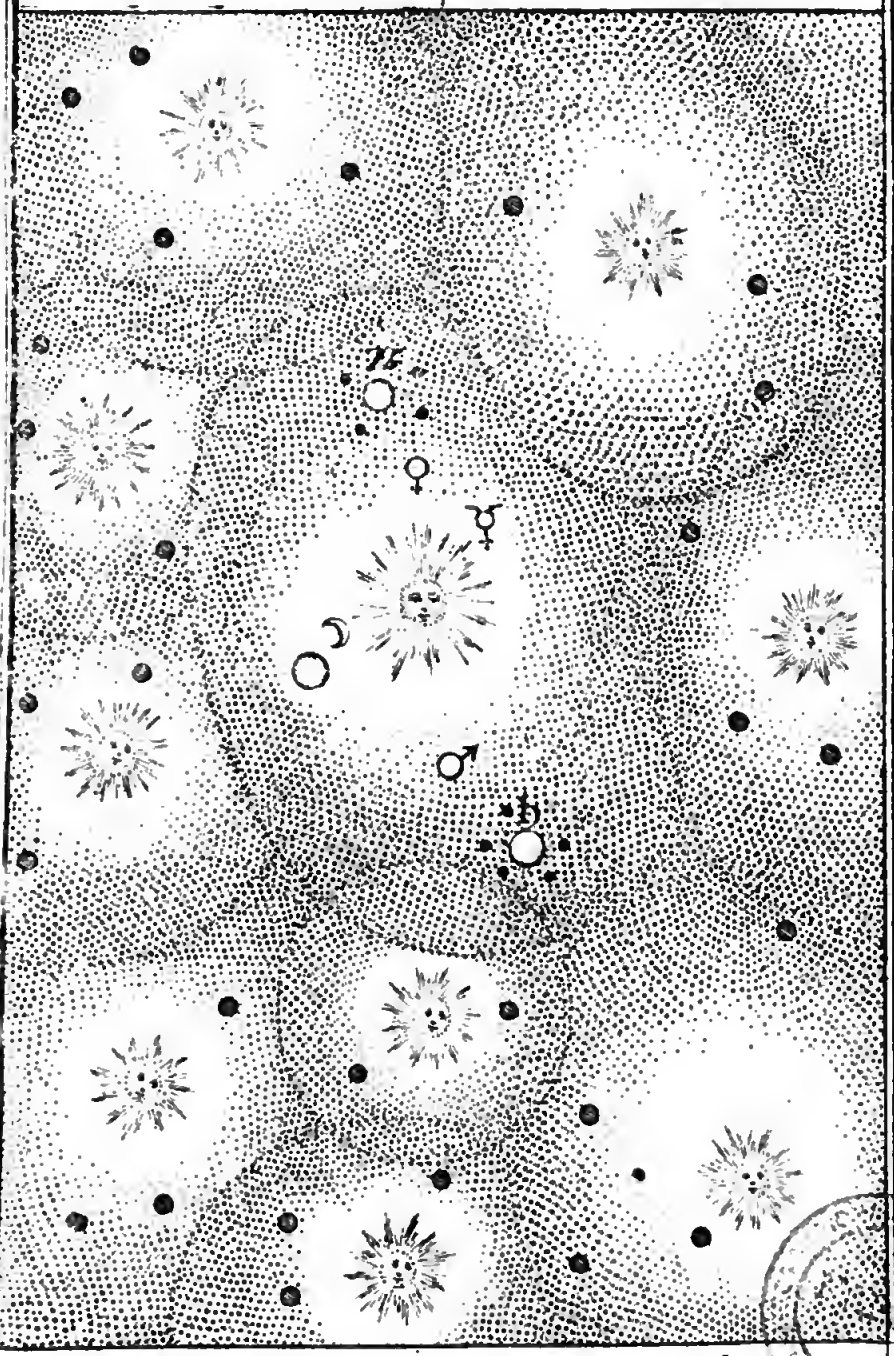
à décrire une ligne droite, & s'il ſe dégage, il ne manque jamais de s'échapper par la tangente du cercle.

Ces principes de méchanique ſont clairs & ſolides, & parfaitement conformes aux loix générales du mouvement. L'uſage que des Cartes en a fait, a quelque choſe de grand & de magnifique, qui a ſurpaſſé de bien loin les penſées de touts les autres Phyſiciens; mais ce beau génie ſe reſſentant de la foibleſſe attachée à la condition humaine, eſt tombé dans une contradiction inſoutenable. Voici en quoi elle conſiſte.

Contradiction dans le ſyſtême de des Cartes.

Après que Dieu a créé la matiére, & preſcrit les loix générales du mouvement, des Cartes trouve dans ces loix ſeules la conſtruction de l'univers, dont il donne une deſcription ſi étenduë, qu'elle peut être regardée comme le plus vaſte ouvrage qui ſoit ſorti d'aucune imagination. Il enſeigne que chaque étoile eſt un Soleil, qui occupe le centre d'autant de grands tourbillons, garnis comme le notre de leurs tourbillons particuliers, qui en ſont les Planétes. Ces tourbillons ſont inégaux, mais il s'y fait une compenſation de forces: les grands ſont les plus puiſſants par la groſſeur de leur ſoleil; les petits ne ſont pas moins propres à la défenſive par la proximité

Tourbillons de des Cartes.



Segnius irritant animos demissa per aures
Quam quæ sunt oculis subjecta fidelibus

du leur. Quant aux tourbillons particuliers des planétes, qui sont compris dans les tourbillons solaires, des Cartes les compare aux courants que l'on voit quelquefois dans les riviéres. Au milieu des courants, qui ont le plus de force, il s'en fait de petits qui suivent le mouvement du grand, & sont emportés autour de son centre, faisant en même tems tourner autour du leur propre, les corps qui se rencontrent dans la Sphére de leur activité.

Quoique Leucippe, & après lui Platon aïent fourni, pour ainsi dire, des idées primordiales de cette hypothése, & capables de l'exciter & de la faire naître dans l'esprit de des Cartes, on ne peut refuser à ce dernier l'honneur de l'avoir développée & mise dans son jour; & les tourbillons qui portent à juste titre le nom de des Cartes, passeront vraisemblablement toujours pour sa production.

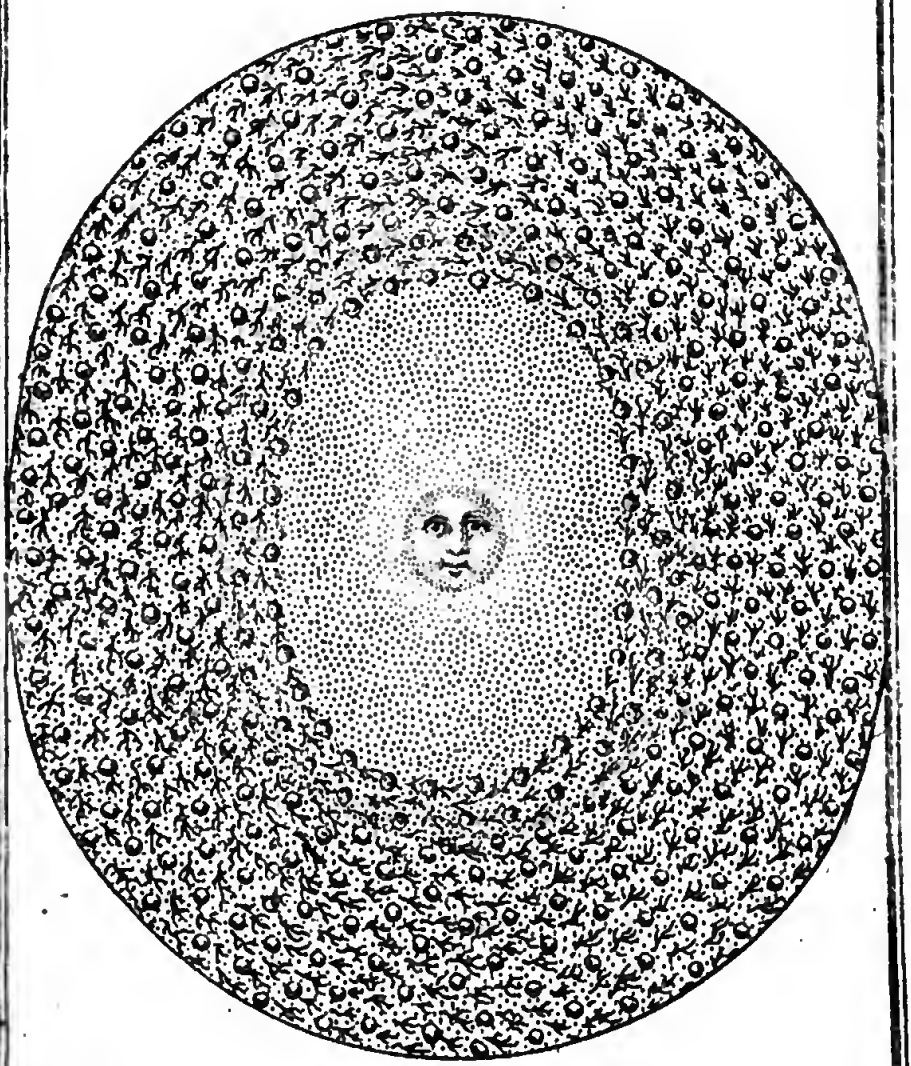
Mais dans le plus sublime de ses pensées, il est peu d'accord avec lui-même; il forme sur des principes différents, chaque grand tourbillon, & les tourbillons particuliers des Planétes qui y sont contenus; & ne s'appercevant pas que le plus grand défaut d'un méchanisme introduit dans la nature, est de ne pas agir d'une maniére uniforme, il donne à ses

trois éléments des emplois & des effets opposés. S'agit-il de construire le grand tourbillon, qui a le Soleil au centre ? il place dans ce centre, un amas de matiére subtile, dont il compose le Soleil : en même tems il fait monter à la circonférence les corps les plus massifs, & il suit alors la loi du mouvement circulaire. S'agit-il ensuite d'expliquer la cause de la pésanteur ? Il établit une méchanique contraire, il change la disposition de ses trois éléments, & suivant alors la loi du mouvement direct, il dit que la matiére subtile, & après elle la matiére globuleuse, étant dans une bien plus grande agitation que la matiére compacte du troisiéme élément, elles ont à proportion plus de force pour tendre à la circonférence, & pour s'éloigner du centre, vers lequel elles repoussent les corps solides, qui étant dans un moindre mouvement, ne peuvent pas faire autant d'effort pour s'en éloigner.

Des Cartes a senti cette difficulté, mais il y a mal répondu, en disant que *la pésanteur n'est autre chose, sinon que les parties du tourbillon qui environne la terre, tournant beaucoup plus vite que les siennes autour de son centre, tendent aussi avec plus de force à s'en éloigner, & par conséquent les y repoussent. En quoi si vous trou-*

Tr. de la lum. ch. 11.

Tourbillon du Soleil Suiuant la Construction de des Cartes auec la matiére Subtile au Centre



NAPOLI

vez quelque difficulté ſur ce que j'ai dit ailleurs que les corps les plus maſſifs & les plus ſolides s'alloient rendre à la circonférence, & qu'il n'y avoit que ceux qui l'étoient moins qui fuſſent repouſſés vers le centre, comme s'il devoit s'enſuivre de-là, que ce fuſſent les parties de la terre les moins ſolides qui puſſent être pouſſées vers ſon centre, & que les autres duſſent s'en éloigner; remarquez que lorſque j'ai dit que les corps les plus ſolides & maſſifs tendoient à s'éloigner du centre, j'ai ſuppoſé qu'ils ſe mouvoient déja auparavant du même mouvement circulaire. Car il eſt certain que s'ils n'ont point encore commencé à ſe mouvoir, ou qu'ils ſe meuvent moins vite qu'il n'eſt néceſſaire pour ſuivre le cours de cette matiére, ils doivent d'abord être chaſſés par elle vers le centre autour duquel elle tourne.

Nous traiterons ci-après ce qui regarde la péſanteur: il s'agit maintenant de concilier les branches contradictoires de ce méchaniſme. Il eſt certain que le principe de des Cartes eſt défectueux, que dans un mouvement circulaire, *les corps les plus maſſifs, lors même qu'ils commencent à ſe mouvoir, ou lorſqu'ils ſe meuvent moins vite qu'il n'eſt néceſſaire pour ſuivre le cours de la matiére qui circule*, ſoient repouſſés vers le centre: l'expérience nous apprend, au contraire,

que le mouvement circulaire ne contribuë point à la chute des corps massifs, & qu'ils tournent avec plus de force que ceux dont les parties sont moins solides : ce que vous éprouverez facilement, si vous mettez dans une fronde, l'une après l'autre, une balle de plomb & une éponge du même volume. Le mouvement circulaire n'est propre qu'à éloigner du centre & non à y repousser un mobile, plus ce mobile est massif.

Pour conserver le roman de la construction du monde, c'est-à-dire, pour suivre cette pensée de des Cartes, que l'hypothése de ses éléments & de ses tourbillons, & les loix générales établies par le créateur, telles que des Cartes les a conçuës, ont une telle conformité avec les phénoménes, qu'il seroit même possible d'en déduire la formation d'un monde semblable à celui-ci, il faut nécessairement réformer l'un des deux méchanismes qui viennent d'être exposés, & ramener cette hypothése à des principes simples & uniformes. Il est nécessaire, en premier lieu, de distinguer le mouvement direct & le circulaire. La matiére est créée dans un (1) état informe ; le

(1) *Cicéron & Ovide ont décrit quelque chose de semblable à ce commencement de l'hypothése Cartésienne.*

Materiæ infinitæ particulas similes inter se &

créateur lui imprime une qualité inhérente de s'élancer en ligne droite ; en conſéquence, elle eſt muë en tout ſens par un mouvement direct. Il ſeroit abſurde d'y ſuppoſer des files de cubes entaſſés, qui ne laiſſeroient aucun intervalle entr'eux. Cette maſſe ſeroit trop ſolide pour qu'aucun mouvement naturel pût s'y introduire. Les corps qui la compoſent, doivent être conſidérés, comme n'aïant aucune figure générale & ſemblable, & comme ſe briſant en éclats de toute ſorte de formes ; dont quelques-uns mêmes ſont ſi petits, que leur fluidité céde aiſément à l'impulſion des corps maſſifs. Alors les trois éléments de des Cartes ſe forment. La raclure très-fine, émanée de tous les froiſſements, devient une matiére ſubtile : c'eſt le premier élément. La plupart des petits corps perdent leurs angles & s'arrondiſſent : ce ſont les globules du ſecond élément. Pluſieurs autres corps briſés en mille maniéres différentes par le choc, ont leurs particules cannelées, branchuës & irréguliéres ; c'eſt le troiſiéme élément.

minutas, primùm confuſas, poſteà in ordinem adductas à mente divinâ. *Cic. Tuſcul. lib.* 4.

Sic ubi diſpoſitam quiſquis fuit ille deorum
Congeriem ſecuit, ſectamque in membra redegit. *Ovid. metam. lib.* 1.

En divers endroits de cette masse agitée, les mouvements qui se traversent, produisent de grands amas de matiére, où les corps les plus massifs sont poussés & entassés par la loi du mouvement direct, qui jusqu'ici est le seul dans la nature. On conçoit, en effet, que des corps massifs venant à se rencontrer se font obstacle mutuellement & s'arrêtent; qu'il s'y joint ensuite quantité de matiére compacte, & que cette matiére accumulée augmente sans cesse l'obstruction & l'embarras. Les molécules de ces corps fortement comprimées par le plein, & par les mouvements directs en tout sens, s'accrochent, deviennent adhérentes, & comprimées de toute part également, elles forment un vaste globe: mais elles ne peuvent s'ajuster de maniére qu'elles ne laissent entr'elles une très-grande quantité de petits interstices, que la matiére subtile remplit aussitôt. Elle y porte toute sa rapidité; & n'étant plus tempérée par les deux autres éléments qu'elle chasse, elle embrase les particules de ce globe, auxquelles elle communique la force de son mouvement, de même qu'aux particules d'une masse de fer rouge & ardente. C'est ainsi qu'il s'est formé un soleil, au milieu de chaque grand amas de matiére.

Le

Le ſoleil, qui eſt un globe traverſé par une quantité immenſe de mouvements intérieurs de la matiére ſubtile, & ſuſpendu au milieu d'une matiére qui céde aiſément, a été contraint de tourner ſur ſon axe. Il a communiqué en même tems ce mouvement circulaire dans toute la ſphére de ſon activité ; & la matiére qui l'environnoit, eſt devenuë (1) un tourbillon. Chaque grand amas de ma-

(1) Par l'obſervation aſſiduë des taches du ſoleil, on a remarqué qu'elles paroiſſoient décrire ſur le diſque du ſoleil, tantôt des lignes droites, tantôt des lignes courbes, ou ellipſes plus ou moins étroites, & qu'après avoir fait une révolution autour du ſoleil dans l'eſpace de vingt-ſept jours & demi ou environ, elles retournoient aux mêmes endroits où l'on avoit continué à les appercevoir. On a auſſi reconnu par la variété des apparences qu'elles forment ſur le diſque du ſoleil, où elles paroiſſent larges vers le milieu de ce diſque, & étroites, vers les bords, qu'elles étoient adhérentes à ſa ſurface, & qu'ainſi le mouvement, qu'on y appercevoit, devoit s'attribuer à celui du ſoleil autour de ſon axe. *M. Caſſini, Mém. de l'Acad. des Scienc. ann.* 1734. *La révolution réelle du ſoleil ſur ſon axe s'achéve en* 25. *jours & demi, environ : mais le progrès de la terre dans ſon orbite pendant ce tems-là fait que les mêmes taches ne reviennent en conjonction qu'environ après* 27. *jours & demi. Le ſoleil tourne de maniére que ſa partie ſupérieure va de l'Occident à l'Orient, & ſa partie inférieure, la ſeule que nous voïons, de l'Orient à l'Occident. C'eſt*

tiére, aïant au centre un ſoleil, que ſon éloignement nous fait paroitre comme une étoile, eſt paréillement devenu un grand tourbillon par le même principe.

La révolution du ſoleil ſur ſon axe entraine, d'Occident en Orient, du même ſens dont il ſe meut lui-même, toutes les planétes dont nous allons bientôt parler. Faut-il d'autre démonſtration du méchaniſme général de la nature, du ſyſtême planétaire, & des tourbillons?

L'ordre naturel eſt renverſé, dans le ſyſtême Cartéſien, en compoſant de la ſeule matiére ſubtile, le feu d'un aſtre, dont l'activité doit communiquer le mouvement à tout le tourbillon, dont la chaleur doit y répandre la fécondité, & dont la lumiére doit s'étendre, non-ſeulement dans tout le tourbillon, mais encore au-delà de ſes bornes. Car ſuivant la réflexion d'un des Journaliſtes de Leipſic, ſi la matiére ſubtile toute ſeule a la force de repouſſer les globules du ſecond élément, & de porter ainſi le mouvement & la lumiére dans toute l'étenduë du tourbillon & dans touts les autres

Journ. de Leipſic, Avril 1689.

dans le même ſens que tournent touts les globes céleſtes contenus dans le tourbillon ſolaire; & cette uniformité de mouvements prouve que l'activité du fluide qui les entraine, émane de cette force centrale.

tourbillons, d'où le ſoleil eſt vû comme une étoile, à plus forte raiſon, a-t-elle la force de s'éloigner du centre, & de monter elle-même vers la circonférence; ainſi le ſoleil ſera diſſous, & le tourbillon tombera dans un chaos général.

Le ſoleil de des Cartes, cet aſſemblage des parties ſeules de la matiére ſubtile, ne peut produire qu'une flamme, qui n'a point de conſiſtance, & qui eſt ſujette à s'évaporer aiſément.

Suivant la régle fondamentale de conformer les raiſonnements phyſiques aux expériences, on ne peut conteſter que le feu de charbon ou de fer rouge, ne ſoit incomparablement plus ardent que la flamme d'eau de vie ou d'eſprit de vin; c'eſt parce que le premier de ces feux eſt compoſé de parties groſſiéres & compactes, dans leſquelles la matiére ſubtile introduit la plus violente agitation, parce que s'inſinuant dans leurs interſtices, elle y porte ſa prodigieuſe viteſſe, avec un effort que la réſiſtence augmente encore; en ſorte que la ſolidité d'un élément & la rapidité de l'autre, conſpirant au même effet, produiſent une chaleur qui devient beaucoup plus ardente, parce qu'elle réünit la force de maſſe à la force de viteſſe.

Au contraire la flamme d'eau de vie,

& d'eſprit de vin coule ſur le papier ſans le conſumer ; elle environne la main ſans ſe faire ſentir, parce que ſes parties extrêmement déliées s'élancent librement de toutes parts, & diviſent tellement leurs efforts en tout ſens, que malgré leur viteſſe, elles ne peuvent, n'aïant preſque aucune force de maſſe, ſéparer les parties groſſiéres du papier & de la main.

De la formation du ſoleil. PL. 2. FIG. 1.

Ces principes des trois éléments de des Cartes étant bien entendus, on concevra aiſément que la matiére, dont le ſoleil doit être compoſé au centre du tourbillon, eſt la matiére compacte du troiſiéme élément, pénétrée de la matiére ſubtile du premier, en ſorte que les globules du ſecond élément n'y ſont preſque point admis, ou qu'ils en ſont chaſſés par la matiére ſubtile, qui y domine & qui y cauſe le plus ardent de touts les feux.

Képler & Kircher ont ſenti la néceſſité de compoſer le ſoleil (1) de la matiére la plus denſe & la plus compacte. La maſſe du ſoleil doit être conçuë comme un globe immenſe d'un métail embraſé. De toutes les parties de ſa ſurface, elle dar-

(1) Corpus ſolis conſtare ex materiâ omnium totius mundi denſiſſimâ. *Kirch. art. magn. luc. & umbr. lib. 1. init.*

de (1) en ligne droite, des feux roides, maſſifs, & rapides, dont les vibrations répercutent les globules du ſecond élément ; & cette activité imprimée à la matiére du tourbillon répand le mouvement, la chaleur, la lumiére, & la fécondité. Le ſoleil, dans les lieux qu'il éclaire, fait diſparoître touts les autres ſoleils. Son retour ſur l'hémiſphére obſcurcit les aſtres de la nuit ; *ſa ſplendeur*, ſuivant l'expreſſion de Pindare, *faiſant un vaſte* (2) *déſert des cieux.*

Cette conſtruction du ſoleil eſt plus phyſique, & plus conforme à un méchaniſme général, que celle de Kircher ou de Newton, qui en font une maſſe opaque, comme la terre, mais produiſant la lumiére par des volcans, qui en ſortent de toutes parts. *Newt. Opt. part. 2.*

Quelques Phyſiciens ont expliqué les

(1) Radii verò ejus ſunt ab eo ignes ſecundi, recti, acuti, penetrantes, urentes, quaſi à densâ ſolis mole æſtuantes. *Kirch. loc. cit. Ces feux qui ſortent du ſoleil, ne peuvent l'épuiſer, parce que ſa ſubſtance eſt réparée continuallement par une égale quantité de matiére, que la preſſion du plein y fait rentrer. Ce qui réfute l'Opinion de M. Cheyne, que la lumiére & la chaleur du ſoleil devoient être plus fortes autrefois, parce que le ſoleil ſe diſſipe, & que la matiére, dont il eſt compoſé, s'épuiſe.*

(2) Φαεινὸν ἄστρον ἐρήμας ἀι' αἰθέρος. *Pindar. Olymp. Od.* 1.

taches par une écume amaſſée en différents endroits de ſa ſurface, telle qu'il en ſort du boüillonnement des liquides. Scheiner, en découvrant le premier les taches du ſoleil, a prouvé que les corps céleſtes ſont altérables & ſujets à des viciſſitudes. Kircher infére des taches du ſoleil, que ſa ſurface eſt en partie (1) ſolide & en partie liquide. Il eſt plus vraiſemblable & plus phyſique de regarder la maſſe du ſoleil comme entiérement ſolide & ſemblable à un métail embraſé; en ſorte que les taches, qu'on obſerve ſur ſon diſque, ſoient des parties de ſa ſurface encroutées, c'eſt-à-dire, où le mouvement de la matiére ſubtile eſt rallenti & tempéré par les deux autres éléments qui s'y inſinuënt.

Ces taches ſe diſſipent, lorſque la matiére ſubtile redevient victorieuſe, & chaſſe les deux autres éléments, des pores où ils s'étoient inſinués; mais ſi le changement des interſtices eſt général, & que la matiére du troiſiéme élément, qui étoit extrêmement agitée par le mouvement très-rapide de la matiére ſubtile, admette & reçoive dans toute ſa ſuperfi-

(1) Sol corpus ſphæricum non mathematicè, ſed phyſicè; ſuâ aſperitate & inæqualitate ex fluido & ſolido conſtans, *Kirch. lib. 2. mund. ſubterr. c. 4.*

cie ou dans la plus grande partie, les globules du ſecond élément qui tempérent & calment la grande agitation de la matiére ſubtile, alors cette ſuperficie s'épaiſſit en une croute qui couvre & éteint, pour ainſi dire, le ſoleil. Cette grande maſſe, dont le mouvement eſt altéré, perd toute ſa force; elle ne répand plus la lumiére ni la chaleur. Le tourbillon entier par une ſuite néceſſaire eſt privé du mouvement, qui lui étoit imprimé par ſon ſoleil. Il n'eſt plus défendu par l'activité de cet aſtre, contre les efforts des tourbillons qui l'environnent & le preſſent. Il céde à leurs forces. La matiére du tourbillon, qui ne peut plus réſiſter, eſt envahie par les tourbillons voiſins; chacun s'en empare à proportion de ſa force & de ſon mouvement. Les globes qui nageoient dans le tourbillon détruit, ou ſont diſſous & diſſipés, ou ſi leurs parties demeurent liées enſemble, ils cherchent à ſe mettre en équilibre dans le tourbillon où ils entrent; & après s'y être placés dans la région qui convient à leur mouvement & à leur ſolidité, ils deviennent de nouvelles planétes du ſoleil, qui les a aſſujétis. Ceci eſt conforme à l'opinion d'Epicure, qu'il y a une infidité de mondes, qui meurent & renaiſſent ſans ceſſe: car les tourbillons de des

Cartes ſe réparent aux dépens les uns des autres, & ils s'engloutiſſent même quelquefois tout-à-fait.

Kircher n'a pas trouvé leurs mouvements circulaires une digue aſſez forte: il y a joint celle d'une nature hétérogéne, & tellement oppoſée au mélange que ſi quelques parties d'un tourbillon s'en trouvoient chaſſées, elles ſeroient forcées d'y rentrer; de même que des parties de mercure, d'huile, & d'eau mêlées enſemble ſe rejoindroient chacune à leurs parties homogénes. Quant à la formation des planétes, ou des tourbillons particuliers aïant une ſphére opaque dans le centre & contenus dans le tourbillon ſolaire, c'eſt une des défectuoſités du ſyſtême Cartéſien de ſuppoſer *que la terre, les autres planétes, & même leurs ſatellites ont été dans leur origine, autant de ſoleils ou d'étoiles; mais que le mouvement s'étant rallenti dans la matiére qui compoſoit ces globes, ils ſont devenus opaques, de lumineux qu'ils étoient; que leur activité & leurs forces ont été détruites, qu'ils ſe ſont éteints & encroutés, pour ainſi dire; & que ne pouvant plus défendre leurs tourbillons voiſins, ils ont été aſſujétis à ſuivre le mouvement de celui où ils ſont entrés.* Suivant la Genéſe, la terre a été créée avant les aſtres. Il eſt plus digne de la ma-

De la formation des planétes.

Des Cart. princip. part. 3. & 4.

gnificence de l'ouvrage, de penſer qu'il a été conſervé tel qu'il a été produit au commencement ; qu'au dedans du tourbillon ſolaire, il s'eſt fait des amas de matiére ſoutenus & comprimés en tout ſens par les mouvements directs ; que les molécules de la matiére (1) la plus compacte reſſerrées par le plein s'y ſont liées les unes aux autres, & ont formé des globes qui ont toujours été opaques & propres ſeulement à refléchir la lumiére ; parce que leurs interſtices ont admis le mélange des trois éléments, & que la rapidité de la matiére ſubtile y a été modérée par les matiéres globuleuſe & branchuë : ce qui a empêché dès le commencement que ces globes n'aïent été enflammés & lumineux par eux-mêmes comme le ſoleil & les étoiles.

Le tourbillon ſolaire aïant commencé à ſe mouvoir par le méchaniſme expliqué ci-deſſus, les globes des planétes ſe ſont mis en équilibre dans les couches du fluide circulaire proportionnées à leur gravité ; & ils ont été entrainés du mê-

(1) Et in formatione qualicunque planetarum, materia omnis gravior, quo tempore maſſa tota fluida erat, centrum petebat. *Newt. princip. Mathem. lib. 3. prop. 10. Mais il n'y avoit point encore de centres dans la nature : ils n'ont commencé qu'avec le mouvement circulaire.*

me ſens d'Occident en Orient. Ces globes leſtés, pour ainſi dire, par le mouvement intérieur des éléments qui pénétrent leurs interſtices, & ſuſpendus (1) dans un fluide qui céde aiſément, & avec lequel ils ſont en équilibre, n'étoient pas moins diſpoſés que le ſoleil à tourner ſur leur axe : deux cauſes méchaniques ont déterminé ce mouvement ; la premiére que du côté de la planéte expoſé au ſoleil, la matiére qui entraine le globe étant plus raréfiée par la chaleur de ſes raions, & par la réflexion qui s'en fait de toutes les parties du globe, elle agit avec moins de force ſur cet hémiſphére de la planéte, dont l'hémiſphére oppoſé reçoit une impulſion accélérée ; la ſeconde que par la loi du mouvement circulaire, entre les corps compris dans la même ſphére d'activité, c'eſt toujours la partie ſupérieure par rapport au centre qui circule avec le plus de force & de viteſſe, comme nous l'expliquerons dans le chapitre de l'aſtronomie. Ces deux raiſons obligent l'hémiſphére de la planéte expoſé au ſoleil de céder au plus grand mouvement de l'hémiſphére oppoſé, & de tourner d'Orient en Occident. La révolution de la planéte ſur ſon axe facilite de plus

(1) *Archiméde ne demandoit qu'un point d'appui & un levier pour remuer le globe de la Terre.*

en plus le mouvement qui lui fait parcourir ſon orbite, ſuivant l'impulſion du fluide qui l'entraine d'Occident en Orient.

La même révolution de la planéte ſur ſon axe contraint le fluide qui l'environne de ſuivre ſon mouvement : ce qui forme autour d'elle une amoſphére plus ou moins étenduë ; & ſi dans la ſphére de cette activité, il ſe rencontre quelque autre planéte plus foible, elle lui imprime le même mouvement & l'oblige de tourner autour de ſoi. C'eſt ainſi que la lune a été aſſujétie à tourner autour de la terre, & que Jupiter & Saturne ſe ſont fait accompagner de leurs ſatellites.

Touts les corps céleſtes ſont donc emportés par un fluide qui circule ou par un tourbillon. Car ſi ce fluide ne circuloit pas, s'il n'étoit pas le principe immédiat de la révolution de chaque planéte ſur ſon axe & dans ſon orbite, il faudroit qu'elle lui communiquât ſans ceſſe de ſon mouvement, pour le fendre ou le traverſer : alors le mouvement des planétes ſeroit bientôt arrêté. Il y a donc un tourbillon ſolaire, qui emporte du même ſens toutes les planétes compriſes dans la ſphére de ſon activité.

Les tourbillons particuliers des planétes ne ſont pas moins certains : mais il y a cette difference que la planéte eſt em-

portée par le tourbillon ſolaire, au lieu que c'eſt celle qui forme ſon tourbillon particulier. Tout corps qui ſe meut dans notre amoſphére, en entraine une partie, d'une maniére même ſenſible, le vent ou l'air qui accompagne un boulet de canon étant aſſez fort pour tuer un homme. Un corps, qui ſe meut dans un fluide plus épais que l'air, & qui eſt viſible pour nous, y cauſe des mouvements très-remarquables. S'il fend l'eau, il laiſſe derriére ſoi un ſillon d'une grande étenduë : s'il ſe meut en rond, il y forme des cercles à une très-grande diſtance. Si l'air étoit viſible, nous y remarquerions les mêmes impulſions portées d'autant plus loin, qu'il céde plus aiſément. Les corps céleſtes ſont ſujets aux mêmes loix : entrainés par le fluide où ils nagent, ils entrainent, à leur tour, une atmoſphére qui circule comme eux autour de leur axe ; ce qui eſt encore démontré par la lune & les ſatellites qui ſont emportés par ces atmoſphéres autour de leurs planétes principales. Il n'eſt pas moins aſſuré que les étoiles ont leurs tourbillons. Nous en pouvons juger avec une ſorte de certitude par une analogie ſi conſtante, & encore plus par les différentes parties, tantôt plus lumineuſes & tantôt moins éclatantes qui s'y obſervent. Les

phases & les diverses apparences de l'hydre, du cygne, & de la baleine permettent-elles de douter que ces étoiles ne tournent sur leurs axes ? Et si elles tournent ainsi, ne s'ensuit-il pas que le fluide, qui les environne, tourne avec elles? Ce n'est donc pas assez de regarder l'hypothése des tourbillons comme la plus vraisemblable ; & l'on doit avoüer que c'est bien plutôt une réalité fondée sur les loix générales du mouvement & sur le résultat des observations & des expériences.

Ce méchanisme général n'a point encore été expliqué avec cette harmonie & cette correspondance de principes qui sont nécessaires pour lier ses différentes parties, & sans lesquelles aucun système ne peut subsister. Il a été cependant apperçu des Anciens. Cicéron & Macrobe disent que le soleil (1) conduit & régle le

(1) Dux & princeps & moderator luminum reliquorum. *Cic. de Somn. Scip.* Dux ergò est, quià omnes luminis majestate præcedit : princeps, quià ità eminet ut propterea quòd talis solus appareat, sol vocetur : moderator reliquorum dicitur, quià ipse cursus eorum recursusque certâ definitione spatii moderatur. *Macrob. lib.* 1. *in Somn. Scip. c.* 20.

Necesse est solem, qui moderatur nostra moderantes, omnium quæ circà nos geruntur, fateamur auctorem. *Macrob. lib.* 1. *Saturnal. c.* 17.

cours des autres planétes ; qu'il eſt l'auteur de tout dans la nature. Martianus Capella énonce, d'une maniére poſitive, que le tourbillon de la matiére éthérée (1) ſuit le mouvement du ſoleil ; que cet aſtre, placé dans le centre, communique aux autres corps céleſtes l'impulſion qui modére leurs courſes, & qui donne la loi à leurs révolutions. Touts les principes du mouvement des tourbillons & des ſphéres, tels qu'ils ont été expoſés, ſont méchaniques ; ils ſont parfaitement d'accord tant entr'eux qu'avec les loix générales des mouvements que nous connoiſſons ; & ils ne ſont ſujets à ſoufrir ni diminution ni rallentiſſement. L'activité centrale, ou la révolution du ſoleil autour de ſon axe, n'a en ſoi aucune cauſe d'altération ; elle doit perſévérer avec la même force ; & cette force doit produire, en tout tems, les mêmes effets dans le tourbillon. Après que chaque planéte s'eſt arrangée dans la couche du fluide qui convient à ſa gravité, elle y eſt con-

(2) . . . . . cui circulus æthræ
Paret, & immenſis moderaris raptibus orbes.
Nam medium tu curris iter, dans ſolus amicam
Temperiem ſuperis, compellens atque coërcens
Sidera ſacra deûm, cùm legem curſibus addis.
Martian. Cap. de nupt. philol. lib. 2.

tinuellement fixée (1) par une correſpondance mutuelle d'équilibre : ce qui ne laiſſe aucune difficulté, au ſujet de l'objection d'Ariſtote concernant la pluralité des mondes, *qu'il ne peut y avoir pluſieurs mondes habités, parce que s'il y avoit quelque autre terre que celle où nous ſommes, la peſanteur, qui eſt naturelle à la terre, la feroit tomber ſur la notre.* L'uniformité de la nature porte à croire qu'il s'eſt formé des arrangements à peu près ſemblables de planétes & d'atmoſphéres, dans les tourbillons des autres ſoleils ou des étoiles. Anaximandre ſoutenoit la pluralité des mondes, & que de tems en tems ils étoient détruits & reproduits. Anaximéne, Archelaüs, Xénophane, Diogéne, Leucippe, Démocrite, Epicure (2), ont été du ſentiment de la pluralité des mondes ; & Métrodore ajoutoit,

Arlſtot. lib. 1. de cœlo, c. 8.

Anaximand. ap. S. Aug. lib. 8. de civit. Dei, c. 2.

(1) Qui fundaſti terram ſuper ſtabilitatem ſuam : non inclinabitur in ſæculum ſæculi. *Pſalm.* 103. *v.* 5.

(2) Terramque, & ſolem, lunam, mare,
cœtera quæ ſunt,
Non eſſe unica, ſed numero magis innumerali.
Lucret. lib. 2.
Quare etiàm atque etiàm tales fateare neceſſe eſt
Eſſe alios alibi congreſſus materiaï,
Qualis hic eſt avido complexu quem tenet æther. *Lucret. loc. cit.*

qu'il eſt autant contre la vraiſemblance de ſoutenir qu'il n'y a qu'un monde, que de penſer qu'il ne croît qu'un épi de blé dans un champ fertile. Héraclide avoit même dit anciennement qu'un habitant de la lune étoit tombé ſur la terre.

Diog. Laërt. in Emp.

Au contraire Thalés, Pythagore, Empédocle, Meliſſus, Parménide, Héraclite, Anaxagore, Platon, Ariſtote, Zénon le Stoïcien, n'admettoient qu'un monde. Quoiqu'il en ſoit, & dans l'hypothéſe d'un monde unique, comme dans celle qui en établit une quantité innombrable, nous devons dire (1) avec le Prophête Iſaïe: *Seigneur, toutes les Nations ne ſont devant vous, que comme une goute d'eau, qui tombe d'un ſeau, & comme ce petit grain qui donne à peine la moindre inclination à la balance: toutes les iſles ſont à vos yeux un grain de pouſſiére.*

De l'opinion que les autres planétes ſont habitées.

Des Cartes eſtime, qu'il y auroit une égale témérité à affirmer & à nier, que les autres Planétes de notre tourbillon, & cette immenſe quantité de Planétes qui ſont vraiſemblablement répanduës dans touts les tourbillons des autres ſoleils, aïent des habitants, comme notre

(1) Ecce gentes, quaſi ſtilla ſitulæ, & quaſi momentum ſtateræ reputatæ ſunt; ecce inſulæ quaſi pulvis exiguus. *Iſaï. c. 40. v. 15.*

globe en a ; mais que toutes ces Planétes étant des corps opaques & solides, & de même qualité que la Planéte dans laquelle nous vivons, & que nous appellons la Terre, il y a lieu de supposer qu'elles sont également habitées.

Les Physiciens qui ont eu la même opinion, se sont fondés sur ce que ce seroit restreindre la puissance de Dieu, que de ne pas convenir qu'il est possible que toutes ces Planétes soient habitées ; & que si la chose est possible, il est probable qu'elle est ainsi (1), puisque la sagesse de l'ouvrier consiste à donner la plus grande perfection à son ouvrage, & qu'on ne peut pas nier que ces globes d'une si vaste étenduë seroient moins parfaits & moins utiles, s'ils étoient sans créatures, tandis qu'un grain de poudre dans l'univers auroit seul le privilége d'être habité.

Pour se renfermer dans ce qui tombe sous notre vûë, quelle prééminence a notre globe sur celui de Jupiter, à qui Dieu *Pluralité des mond.*

(1) An regis prudentis erit fabricare palatî
Ingentem molem, peregrino marmore & auro
Egregiam, & mirè spatiosam intúsque foris-
que :
Nolle tamen (stabulo excepto) permittere
quemquàm
Tàm pulchras habitare ædes, vacuasque tene-
re ?
Marcell. Paling. zodiac. in aquario, lib. 11.

a donné quatre lunes pour l'éclairer, au lieu que notre terre n'en a qu'une? Jupiter joüit d'une lumiére preſque continuelle, & tourne en moins de dix heures ſur ſon axe, pour ſe prêter alnernativement à la clarté du ſoleil & de ſes quatre lunes.

Xénophane (1) croïoit que la lune avoit des villes, auſſi-bien que la terre. Quelques Pythagoriciens (2) ſoutenoient que la lune eſt habitée comme la terre: & ils diſoient, je ne ſçai ſur quel fondement, que les animaux, & les arbres y excédoient cinquante fois la longueur des animaux & des arbres terreſtres. Jean-François Pic Comte de la Mirandole (3) compare les ſentiments des Philoſophes

(1) Habitari ait Xenophanes in lunâ, eamque eſſe terram multarum urbium & montium. *Cic. Acad. quaſt. lib. 2. L'exiſtence des montagnes de la lune a été bien confirmée depuis; il n'en eſt pas de même des villes.*

(2) Pythagoræi quoque nonnulli lunam inſtar ejus quam calcamus, terræ habitari quidem exiſtimarunt, quòd ipſa etiam terreſtris & denſa videatur: ſed animalibus & arboribus quinquagiès majoribus quàm quæ apud nos conſpiciuntur. *Joann. Franc. Pic. Mirand. de exam. vanit. doct. Gentium, lib. 1. c. 12. ex Athen. Deipn. lib. 2.*

(3) Anaxagoras & Democritus in lunâ campos conſtituere, & montes, valles, ut jam nihil ferè videantur aut parùm à fictis Luciani diſcrepare fabulamentis. *Id. loc. citat.*

à cet égard, aux fables de Lucien.

Le célébre Huguens a ſoutenu, que les Planétes ſont habitées par des créatures, & même raiſonnables, parce qu'autrement leur beauté ſeroit perduë, & deviendroit inutile, ſi elles n'étioent pas vûës par des animaux capables d'admirer la ſageſſe du créateur. A la vérité il corrige un peu la témérité de cette opinion, en avouant qu'il ne ſçait pas ſi ces animaux raiſonnables reſſemblent à l'eſpece humaine. Il entre enſuite dans le détail de la différence des ſaiſons, & de la température de l'air de toutes les Planétes : & il porte ſes conjectures juſqu'à ſpécifier les ſciences, la police, les mœurs, & le charactére des habitants de ces Planétes. *Hugen. Coſmoth. lib. 1.*

C'eſt une raiſon bien foible, de prétendre que les planétes ſoient habitées, parce que, ſi elles n'avoient point d'habitants, leur beauté ſeroit perduë, & deviendroit inutile. Elles ont différentes utilités, comme de guider les hommes dans leurs navigations & de déterminer avec plus de préciſion les longitudes. Pluſieurs philoſophes croient que les planétes influent ſur les qualités de l'air, & ils attribuent à leurs conjonctions la formation des vents. Les hommes, par des connoiſſances plus exactes, découvriront

peut-être à l'avenir d'autres utilités dans les planétes. L'ordre qui régne dans cet univers, eſt bien mieux apperçu par des intelligences plus parfaites, ou par les ames (1) qui joüiſſent de leur récompenſe. Ces eſprits plus pénétrants n'ignorent pas les utilités qui nous ſont inconnuës, & les beautés qu'ils contemplent, ſe font ſentir à eux beaucoup mieux qu'à nous.

Pour ſoutenir que les planétes ſont habitées, quelques philoſophes ſe fondent, ſur ce que les pôles de Saturne aïant des nuits de quinze ans, il y a été pourvû par ſes deux anneaux & ſes cinq ſatellites, qui font une multiplicité de lunes très-propre à éclairer cette planéte pendant ſes longues nuits : que Jupiter aïant des pôles, qui ſont près de ſix ans ſans voir le ſoleil, ſes quatre ſatellites ou lunes y ſuppléent ; au lieu que les planétes plus voiſines du Soleil, & dont les orbites ſont inférieures à celles de la terre, comme Venus & Mercure, étant beaucoup plus éclairées par cet aſtre, n'ont point

(1) Illîc poſtquàm ſe lumine vero
Implevit, ſtellaſque vagas miratus & aſtra
Fixa polis, vidit quantâ ſub nocte jaceret
Noſtra dies. *Lucan. lib. 9. de Pompeïo.*
Candidus inſueti miratur limen Olympi ;
Sub pedibuſque videt nubes & ſidera Daphnis.
Virgil. de Cæſare.

de lune : que ces conſidérations font appercevoir un deſſein, qui ſuppoſe des habitants dans les planétes.

Je ſuis peu touché de ces raiſons. Mars plus éloigné du ſoleil que la terre, & dont les pôles doivent avoir une nuit de près d'un an, n'a point de lune.

A ne conſulter que la Phyſique, les autres planétes doivent être fort différentes de la terre, ſoit par la matiére qui compoſe leurs globes, ſoit par l'atmoſphére qui les environne : & il eſt plus vraiſemblable qu'elles ne peuvent être habitées, les unes à cauſe de leur proximité du ſoleil, les autres à cauſe de leur éloignement ; que la denſité des unes les rend ſtériles, plus incapables que les rochers de nourrir des habitants ; que la poroſité des autres, charge leur atmoſphére de vapeurs plus mal-ſaines, que celles qui ſortent des fonds les plus marécageux. Il ſeroit inutile de répondre que les habitants de ces planétes peuvent avoir des tempéraments proportionnés à leurs territoires & à leurs atmoſphéres. Car l'opinion de la pluralité des Mondes n'eſt plus vraiſemblable, ſi la préſomption de l'uniformité de la nature & de la reſſemblance des autres planétes ceſſe de la ſoutenir. Alexandre auroit trouvé dans ces raiſons, des motifs ſuffiſants pour ſe

conſoler du chagrin, qui lui avoit été cauſé par l'opinion de la pluralité des mondes.

Ménippe tranſporté dans la lune, ſuivant Lucien, entend cette déeſſe, qui l'appelle d'une voix claire & féminine, & le charge de porter ſes plaintes à Jupiter, de l'impertinente curioſité des Philoſophes, qui veulent lui preſcrire toutes ſes démarches, & qui prennent inceſſamment ſa meſure, comme s'ils avoient deſſein de lui faire un habit. Ce qu'il y a de plus réel, c'eſt qu'on a fait dans ces derniers tems la Sélénographie ou Géographie de la lune, avec autant d'exactitude que ſi l'on avoit deſſein d'y voïager. M. Caſſini a obſervé dans la lune une montagne, qui a troïs lieuës & un tiers de hauteur, quoique ſur la terre, dont le globe eſt 50. fois plus gros, nous ne connoiſſions (1) aucune montagne qui ait plus d'une lieuë perpendiculaire.

Hiſt. de l'Acad. ann. 1724. p. 88. & mém. p. 405.

(1) *Dans l'éclipſe de lune du 1. Novembre 1724. M. Caſſini meſura la plus grande des inégalités ſenſibles, qui excédoient le bord éclairé: & il trouva que cette éminence du globe lunaire étoit la vingtiéme partie d'un des intervalles égaux, dont chacun comprenoit un doigt, ou la douziéme partie du diamétre de la lune. Cette éminence étoit donc la deux cents-quarantiéme partie du diamétre de la lune, qui eſt près de quatre fois plus petit que celui de la terre & d'environ huit cents lieuës.*

Des Cartes entre dans un détail très-ingénieux de la formation des corps particuliers, & il déduit fort bien de ſes principes toutes les productions de la nature. Les différentes qualités des corps ne ſont cauſées que par la différence du mouvement & des figures de leurs particules. Celles des corps liquides ſont détachées les unes des autres, & en quelque façon flottantes dans une matiére qui a beaucoup de mouvement en tout ſens. Si les parties branchuës ſont groſſes & fortement accrochées, avec peu d'interſtices, les corps ſont durs & ſans reſſort, comme les métaux: au contraire, ils ſont élaſtiques comme l'acier, lorſque des pores fort petits & en grand nombre donnent lieu à un retour prompt de la matiére ſubtile qui en avoit été chaſſée. La ductilité des métaux conſiſte dans des parties oblongues, plattes, de même figure, & couchées les unes ſur les autres, comme le fil & la ſoie ſur une quenoüille. La dureté eſt une forte union des molécules qui compoſent un amas d'une groſſeur ſenſible, de ſorte que toute la maſſe ne change pas aiſément de figure. Formation des corps particuliers.

Un même corps n'a pas plus ou moins d'étenduë, pour être raréfié ou condenſé. Dans ces états différents, les particu-

les de ce corps ſont plus ou moins éloignées les unes des autres, mais ſans avoir en elles-mêmes ni plus ni moins d'étenduë : car nous ne devons pas attribuer à l'étenduë d'un corps celle qui appartient à la matiére, ou aux autres corps qui rempliſſent ſes interſtices. Si ces corps ont des interſtices aſſez grands pour laiſſer paſſer la matiére du ſecond élément en tout ſens, & que leurs trous répondent (1) les uns aux autres, ſemblables à ceux de pluſieurs peaux percées en forme de crible, ils ſont tranſparents, comme l'air, l'eau & le verre. Si le premier élément les pénétre ſeul, & que par leur diſpoſition cette matiére ſubtile ait aſſez de force & de viteſſe, pour repouſſer les globules du ſecond élément de touts côtés, les corps ſont lumineux comme la flamme.

Des réfractions.

Lorſqu'un mobile paſſe obliquement d'un milieu rare comme l'air dans un plus denſe comme l'eau, il ſe détourne ou ſouffre réfraction en y entrant : & lorſqu'il y eſt entré, il ſuit une ligne droite, juſqu'à ce qu'il en ſorte. La réfraction eſt le changement qui arrive à la di-

(1) *Un liége beaucoup plus poreux qu'un diamant n'a aucune tranſparence, parce que la lumiére eſt rompuë & amortie dans le liége par l'obliquité & les détours de ſes interſtices.*

rection

rection du mouvement des corps, lorſqu'ils paſſent obliquement d'un milieu dans un autre plus ou moins facile à traverſer. Par la réfraction les aſtres paroiſſent au-deſſus de l'horizon, quoiqu'ils ſoient encore au-deſſous ; & un bâton droit (1) a une courbure apparente dans l'eau. Il n'y a (2) point de réfraction, lorſque le paſſage d'un milieu dans un autre ſe fait ſuivant une direction perpendiculaire : car le mobile ne trouve pas alors plus de réſiſtence d'un côté que de l'autre ; & il s'enfonce perpendiculairement.

Un corps ſolide, qui paſſe obliquement d'un milieu plus rare dans un plus denſe, s'éloigne de la perpendiculaire : au contraire, celui qui paſſe du plus denſe dans le plus rare, s'approche de la perpendiculaire. Si vous tirez un coup de fuſil ſur un poiſſon dans l'eau, viſez au-deſſous ; la réfraction, en éloignant la

(1) Remus integer in tenui aquâ fracti ſpeciem reddit. *Sen. lib. 1. nat. quaſt. c. 3. Les anciens n'avoient qu'une connoiſſance fort imparfaite des réfractions : ils attribuoient les crépuſcules à la réflexion des raions du ſoleil par les montagnes. Strab. lib. 3.*

(2) *Il ſe fait une autre ſorte de réfraction, lorſqu'un corps eſt briſé par le milieu qu'il traverſe ; comme un raion de lumiére par un priſme.*

bale de la perpendiculaire, lui fera rencontrer le poiſſon. A l'égard des raïons de lumiére, la réfraction produit ſouvent l'effet oppoſé : *quand un raïon paſſe d'un milieu plus rare dans un milieu plus denſe*, dit Newton, *la réfraction ſe fait en approchant de la perpendiculaire, en ſorte que l'angle de réfraction eſt moindre que l'angle d'incidence.* Il eſt très-certain, par l'expérience, que le raïon paſſant de l'eau dans l'air s'éloigne de la perpendiculaire.

Newt. liv. 1. Optiq. axiom. 4.

PL. 2. FIG. 2. Si vous vous placez à une telle diſtance d'une porcelaine, que ſes bords vous cachent un panier de fleurs qui eſt peint au-fond du vaſe ; faites y verſer de l'eau, les fleurs deviendront viſibles de la même place, parce que le raïon refléchi du fond du vaſe ſe plie par la réfraction, & qu'en paſſant de l'eau dans l'air, ce raïon ACB ſe détourne au point C de ſa direction en D, & s'éloigne de la perpendiculaire FCE, en ſorte qu'il vient rencontrer vos yeux, au-deſſus deſquels il paſſoit auparavant.

Mais cet effet n'eſt pas cauſé par la rareté ou denſité des milieux, comme Newton l'avance d'une maniére trop générale. Des Cartes a raiſonné plus juſte, lorſqu'il a ſoutenu que ſi la lumiére s'éloigne de la perpendiculaire, en paſſant de l'eau dans l'air, c'eſt qu'elle paſſe plus libre-

ment à travers les pores de l'eau que ceux de l'air quoiqu'il ſoit plus rare. Si l'eſprit de vin opére une réfraction une fois plus forte que l'eau, c'eſt qu'il eſt, par la diſpoſition de ſes pores, moins pénétrable par le raïon de lumiére : ce n'eſt donc pas le plus ou le moins de rareté du milieu qui décide de l'angle de la réfraction.

Des Cartes, dans ſa dioptrique, avança que la lumiére ſe meut plus aiſément dans l'eau que dans l'air, & dans le verre encore plus aiſément que dans l'eau. Cette propoſition fut rejettée d'abord même par les philoſophes, à cauſe de l'habitude où la philoſophie nous laiſſe toujours de juger par les apparences. La réfraction dépend de la diſpoſition imperceptible des pores. Le principe de des Cartes eſt aſſuré par les expériences ; & il l'a ſoutenu dans ſes lettres. *L'eau & le verre*, dit-il, *qui paroiſſent des milieux plus denſes que l'air, & qui le ſeroient en effet à l'égard d'un corps groſſier qui ſeroit obligé de s'y fraïer le chemin en les diviſant, a moins de force refringente que l'air par rapport aux globules de la lumiére, & l'eau en a moins encore que le verre, parce que les particules de l'eau ſont liſſes & polies, au lieu que l'air a les ſiennes branchuës & hériſſées de petits filaments qui cauſent plus* *Des Cart. lettr. t. 2.*

d'obſtacle au paſſage des globules de la lumiére, & que le verre a encore ſes pores plus libres & plus ouverts au paſſage des globules. Une grande partie du troiſiéme tome des lettres de des Cartes roule ſur ce ſujet. Fermat, au contraire, argumentoit de la denſité viſible des corps à leur prétenduë réſiſtence par rapport à la lumiére, ou à la moindre facilité que la lumiére devoit trouver à les traverſer. Des Cartes eut tout l'avantage dans cette diſpute.

Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. ann. 1723. p. 370.

Les réfractions ſont plus grandes le matin qu'à Midi & qu'aux heures correſpondantes après Midi; différentes en différents jours, le tout ſans aucune proportion bien gardée. Les raïons vûs enſemble par un raïon horizontal ne ſe voient pas toujours de même. On voit, de la même fenêtre & du même point, un objet éloigné, caché en partie derriére un bâtiment proche, quelquefois tout élevé ſur le même bâtiment, & quelquefois comme plongé au-deſſous & caché entiérement. Suivant l'expérience de Huguens, ſi vous laiſſez une lunette dans une ſituation conſtante & dirigée vers la pointe de quelque clocher depuis Midi juſqu'au ſoir, vous verrez cette pointe plus élevée ſur le déclin du jour: ce qui prouve les changements de réfraction & de tranſparence dans l'air.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1706.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1706. p. 89.

Touts ces effets s'expliquent physiquement par différentes couches de vapeurs répanduës dans l'air, dont les inférieures sont plus grossiéres que les supérieures, ou qui sont plus mêlées, moins différentes, plus attenuées, lorsque le soleil a eu le tems d'agir sur elles.

Vers l'Equateur, les réfractions horizontales sont moindres que celles de notre climat d'environ un tiers, & vers les 65. ou 66. dégrés de latitude, elles sont presque doubles des notres. Entre les tropiques, le barométre, en général, s'éleve moins que dans les païs Septentrionaux; ce qui marque une plus grande raréfaction de l'air qui s'accorde bien avec de moindres réfractions.

Suivant les observations d'un certain nombre d'années, le barométre ne s'élevoit pas plus à Stokolm qu'à Paris, quoique les réfractions de Stokolm eussent toujours été plus grandes. Ces contrariétés apparentes sont causées par une cause aussi variable & inconstante qu'une abondance plus ou moins grande des vapeurs répanduës dans l'air. Les apparences du barométre se sont même rapprochées de celles des réfractions, selon les expériences que M. Vallerius Sçavant Suédois a faites dans une mine de cuivre, & sur une montagne qui en est voisine. *Hist. de l'Acad. des scienc. ann.* 1712.

Il a trouvé au fond de la mine, qui avoit quatre-vingts deux toiſes deux piés & un quart de profondeur, le barométre élevé de 27. poulces 5. lignes, & de 26. poulces 5. lignes au haut de la montagne qui avoit à peu près 47. toiſes 3. piés de hauteur au-deſſus de l'ouverture de la mine : & dans les différentes ſtations, où il a obſervé entre ces deux extrémités, il a toujours trouvé qu'à une ligne de mercure répondoient dix toiſes 1. pié ſix poulces quatre lignes. Or par toutes les obſervations qu'on a faites dans nos climats, une ligne de mercure n'a jamais valu moins de dix toiſes cinq piés, & quelquefois elle a été juſqu'à quatorze toiſes & un quart de pié.

Cependant MM. les Académiciens, qui ont été au cercle polaire, ont rapporté, en dernier lieu, que les réfractions n'y étoient point différentes de celles de Paris. *Nous avons choiſi les moindres hauteurs du ſoleil*, dit M. de Maupertuis, *pour calculer les réfractions, & les comparer avec celles qu'ont données pour les mêmes hauteurs à Paris MM. Caſſini & de la Hire. Celles de Tornea ne s'en écartent pas aſſez conſidérablement pour que nous puiſſions conclure qu'il y ait de l'inégalité entre les réfractions à Paris & à Tornea. Et ſi les réfractions ſont plus peti-*

La fig. de la terr. déterm. liv. 2. ch. 4.

tes vers l'Equateur qu'à Paris & y ont une différence conſidérable, il faut croire que de Paris au cercle polaire cette différence n'eſt pas ſenſible ; quoiqu'on ait cru juſqu'ici que les réfractions à Tornea étoient doubles de ce qu'elles ſont à Paris.

Cet exemple montre, auſſi bien qu'aucun autre, combien les expériences varient en Phyſique, ſoit par des circonſtances imperceptibles, ſoit par les Opinions de ceux qui les font. Il ſemble que les anciennes expériences doivent être préférées, comme les plus nombreuſes & les plus conformes à touts les principes de la Phyſique, & que les derniéres qui ont été faites à Tornea ont été dérangées par quelque rencontre fortuite qui a diminué l'abondance des vapeurs moins élevées ordinairement dans ce climat que dans le notre. Quoiqu'il en ſoit, c'eſt un principe reçu en Phyſique, & démontré par des expériences continuelles, que l'abondance des vapeurs augmente beaucoup les réfractions.

Du diſque de la lune vû à l'horizon.

La lune paroît plus grande à l'horizon qu'au zénith, quoique plus éloignée de nous à l'horizon de tout l'eſpace qui eſt entre l'horizon & l'obſervateur, parce que les vapeurs de l'amoſphére plus abondantes dans la ligne horizontale que dans la verticale, augmentent beaucoup

la grandeur apparente du disque lunaire. Des Cartes a pensé que la lune paroissoit plus grande à l'horizon, parce que la longue suite d'objets interposés entre nous & l'horizon, nous fait imaginer la lune plus éloignée. Mais le disque de la lune nous paroît également gros, quoique cette suite d'objets interposés nous soit cachée par une muraille ou par quelque autre corps opaque. Gassendi attribuoit ce phénoméne en partie, à ce que la prunelle, qui est plus ouverte dans l'obscurité que dans le grand jour, doit par conséquent l'être davantage le matin & le soir qu'à midi. La prunelle dilatée ou retressie reçoit une lumiére plus vive ou plus foible; mais la grandeur apparente des objets n'en est pas changée. Il ne faut donc pas chercher l'explication de ce phénoméne, dans l'effet que produit sur l'imagination du spectateur cette longue suite d'objets qu'il apperçoit entre la lune & lui, ni dans la dilatation ou la contraction de la prunelle, mais uniquement dans la qualité du milieu où passent les raïons refléchis par la lune, qui venant de l'horizon & rasant la superficie de la terre, traversent un espace beaucoup plus chargé de vapeurs, que lorsqu'elle en est à 90. degrés: ce qui est encore confirmé par un semblable effet

Mémoir. de Trév. Octob. 1703. Hist. de l'Acad. des Scienc. ann. 1700.

que cause l'interposition des nuées, & par l'augmentation apparente des corps (1) vûs dans l'eau.

L'atmosphére est un amas d'air grossier, de vapeurs, d'exhalaisons, d'eaux raréfiées, de sels de toute espéce : ses couches sont d'autant plus chargées de touts ces corps héterogénes, qu'elles sont plus voisines du globe. De la hauteur de l'atmosphére.

Les Astronomes Géométres se sont servis de deux méthodes principales pour mesurer l'atmosphére de la terre, la durée des crépuscules, & les différentes hauteurs du mercure dans le barométre. Les opinions, à ce sujet, ont beaucoup varié, soit par la différente application du terme d'atmosphére, soit par la diversité des sentiments sur une même nature d'atmosphére. *M. de Mairan, de l'aur. Boréal. sect. 2. ch. 1. & 2.*

Maraldi a évalué sa hauteur entre six & sept lieuës communes de France. Kepler, dans son abregé de l'astronomie de Copernic, porte cette hauteur à dix milles Germaniques qui reviennent, suivant la Hire, à 38000. toises. Par la même méthode, suivant la grandeur de l'arc dont le soleil est abaissé, quand le cré- *Mém. de l'Acad. ann. 1703. p. 234. Kepl. epitom. astron. Copern. p. 74. Mém. de l'Acad. ann. 1713. p. 54.*

(1) Quidquid videtur per humorem, longè ampliùs vero est. *Sen. lib. 1. nat. quæst. c. 6. Dont la raison est que les faisceaux de lumiére sont écartés par la densité du milieu.*

puſcule commence ou finit, la Hire a déterminé cette atmoſphére à 34585. toiſes, environ dix-huit lieuës communes de France. Mariotte avoit trouvé ſa hauteur un peu moindre. Ces différentes meſures doivent s'entendre de l'atmoſphére la plus épaiſſe, & où les raïons ſont refractés.

Mariot. de la nat. de l'air.

C'eſt une opinion aſſez communément reçuë d'étendre environ à une lieuë l'atmoſphére inférieure, ou la région des météores; à quinze ou vingt lieuës l'atmoſphére moïenne, ou la région des réfractions aſtronomiques: mais ſi l'on entend par l'atmoſphére tout le fluide qui compoſe le tourbillon de la terre & qui participe à ſes mouvements, elle doit être portée à plus de quatre-vingts dix mille lieuës, puiſqu'à cette diſtance elle détermine la lune à ſuivre le mouvement de la terre, & par un mouvement beaucoup plus accéléré que celui de la terre même.

Les couches les plus éloignées du centre circulent avec plus de viteſſe que les ſphéres centrales; comme il eſt clairement prouvé par les révolutions des globes qui ſont en équilibre avec ces couches. Cette accélération de leur viteſſe, malgré leurs diſtances, vient 1. de ce que pluſieurs révolutions du globe central ſur ſon axe

s'achévent pendant une révolution de ces couches éloignées, auſquelles, par conſéquent, l'impreſſion du mouvement qu'elles ſont obligées de ſuivre, eſt réïtérée pluſieurs fois. 2. De ce que toute l'activité centrale ne ſe déploïe & n'acquiert ſa force entiére qu'à une certaine hauteur de l'atmoſphére. 3. De ce que le mouvement circulaire du globe & des couches de l'atmoſphére les plus voiſines eſt embarraſſé & retardé par les mouvements directs d'une très-grande quantité de matiére compacte émanée du globe, ou repouſſée ſur ſa ſurface par la matiére ſubtile : en ſorte que les ſphéres les plus éloignées parcourent leurs orbites avec plus de viteſſe que les ſphéres centrales ne tournent ſur leurs axes : comme nous l'expliquerons plus au long dans le chapitre de l'Aſtronomie.

Chaque corps eſt environné de quelque atmoſphére. Newton a obſervé que lorſqu'un raïon de lumiére paſſoit de l'air dans le verre, il ſe courboit & ſe fléchiſſoit avant que d'entrer dans le verre, en s'approchant peu à peu de la perpendiculaire ; & que le même raïon, paſſant du verre dans l'air, ſe courboit en un ſens contraire au ſortir du verre, en s'éloignant peu à peu de la perpendiculaire. Ce qui indique qu'il y a une atmoſphére

M. de Molier. leçon. 20. prop. 9.

répandue ſur la ſuperficie des corps ſoit opaques, ſoit tranſparents.

Ces atmoſphéres ſont d'une qualité homogéne à celle des corps qu'elles environnent. Les corps humides répandent l'humidité ; les corps froids répandent le froid ; les corps échauffés répandent la chaleur ; parce qu'il tranſpire aux environs de ces corps des particules dont la figure & le mouvement répondent aux qualités des corps mêmes. Il eſt rapporté, dans les expériences de l'Académie de Florence, que 500. livres de glace aïant été expoſées à un miroir concave, les parties frigérifiques refléchies à ſon foïer, firent baiſſer ſenſiblement un thermométre qu'on y avoit placé. Les Philoſophes, qui firent cette expérience, craignant que ce ne fût l'effet direct de cette maſſe de glace ſur le thermométre qui l'eût fait baiſſer, couvrirent le miroir, & alors le thermométre hauſſa, quoique les 500. livres de glace n'euſſent pas changé de place. C'eſt l'atmoſphére du plâtre qui rend fort mal ſains les lieux où il a été récemment emploïé.

Diſſert. de Mad. la Marq. du Châtelet, ſur la nat. & propag. du feu, part. 2.

De l'arrondiſſement des goutes.

Une des queſtions, à laquelle ont le moins réüſſi les grands Phyſiciens, c'eſt l'arrondiſſement des goutes de liqueur. Des Cartes l'attribue *à ce que le mouvement rectiligne de la matiére ſubtile en tout*

ſens eſt moins interrompu par la figure ſphérique, & qu'ainſi la matiére ſubtile, tant celle qui eſt dans la liqueur que celle qui l'environne, l'oblige à ce contour qui détourne moins la matiére ſubtile de ſon droit chemin. Cette cauſe n'a rien de ſatisfaiſant. La matiére ſubtile pénétre les petites goutes, ou ne les pénétre pas. Si elle les pénétre, comme il neſt pas douteux, elle n'agit pas ſur leur ſurface pour les arrondir : ſi l'on ſuppoſe qu'elle rencontre les petites goutes ſans les pénétrer, elle doit entrainer leurs particules & les diſſiper, au lieu de les contenir dans une forme ſphérique. *Des Cart. princip. part. 4.*

Gaſſendi réfute les Phyſiciens, qui s'appuïant de l'autorité (1) de Pline, expliquent cet arrondiſſement par une propriété commune à touts les liquides d'affecter une figure ronde ; ce qui fait,

(1) Ac pro iſto quidem tumore objiciunt id quod habet Plinius : *namque*, inquit, *& dependentes ubique gutta parvis globantur orbibus, & pulveri illata frondiumque lanugini impoſita abſolutâ rotunditate cernuntur, & in poculis repletis media maximè tument.* Ex hoc ſcilicet arguunt poſſe & aquam univerſam globari intumeſcereque. Verùm quòd guttulæ diſperſæ globoſitatem tueantur, id non ex affectatione figuræ totius, ſed ex eo quòd aquea corpuſcula ſuis ſeſe mutuò hamulis detineant, &c. *Gaſſend. ſect. 3. phyſic. part. 1. lib. 1. c. 3.*

à ce qu'ils prétendent, que la ſurface (1) de la mer eſt ronde, & que dans un vaſe plein, la rondeur du liquide excéde les bords. Quant à la mer, elle eſt ronde, parce que ſes eaux, de même que les corps ſolides, ſont repouſſées également de toute part vers un centre commun par la preſſion de l'atmoſphére. La rondeur du liquide, qui excéde les bords d'un vaſe, a la même cauſe que l'arrondiſſement des petites goutes; & c'eſt cette cauſe qu'il s'agit de trouver : car la propriété d'affecter une figure ronde ne peut être regardée comme une cauſe phyſique. Gaſſendi rapporte la ſphéricité des petites goutes à la figure de leurs particules, leſquelles diſpoſées en petits crochets, ſe tient les unes aux autres. Mais la liquidité conſiſte, au contraire, dans des parties fort liſſes qui peuvent s'approcher & ſe mouvoir les unes auprès des autres en tout ſens. Ainſi l'explication de Gaſſendi ne peut ſe concilier avec la nature des liquides, ni avec la forme de leurs parties intégrantes.

Pour trouver la cauſe phyſique de cette rondeur, il faut concevoir que les petites goutes ſont compoſées de particules fort polies, & qui ont beaucoup de

(1) Qualis & in curvum Pontus conſluxerit orbem. *Tibull. lib.* 4.

diſpoſition à s'approcher les unes des autres. Ces goutes prennent dans l'inſtant une figure ronde, parce que le reſſort de l'air qui les environne, comprime également de touts côtés cette petite quantité de liqueurs; & leurs particules fort liſſes & fort diſpoſées à s'approcher cédant à la preſſion de ce reſſort dans tout leur contour, il ne peut reſter aucun angle ſur leur ſuperficie. Des grains de ſable, de farine, de plâtre ne contractent point cette figure ſphérique dans un état de ſéchereſſe, parce que leurs particules raboteuſes ne ſont pas diſpoſées à s'approcher les unes des autres, & qu'elles réſiſtent au reſſort du fluide qui les environne: mais ces corps étant détrempés d'eau ou de quelque autre liquide, il ſe forme une pâte dont les particules ont beaucoup de diſpoſition à s'approcher, & le reſſort du fluide les comprimant alors également de tout côté, n'y ſouffre aucun angle, & les force à prendre cette figure ſphérique, qu'ils contractent à nos yeux avec beaucoup de promtitude. Les liqueurs viſqueuſes, comme l'huile & les ſyrops, dont les particules ſont longues & couchées les unes ſur les autres, mais très-liſſes & très-adhérentes, ſont celles qui ſe déterminent le plus aiſément à cette figure ſphérique. L'eau, le lait,

& autres liqueurs ont quelquefois une figure oblongue dans leur rondeur : le mercure dont les particules plus maſſives ſont plus ſuſceptibles de la preſſion du reſſort qui les environne, eſt bien plus exactement ſphérique.

La cauſe de l'arrondiſſement des petites goutes fait auſſi que les liquides, qui rempliſſent un vaſe, & qui ſurmontent un peu ſes bords, contractent une figure ronde, tant que la preſſion du fluide environnant excéde la peſanteur du liquide : & la mouſſe s'éleve à une plus grande hauteur, parce qu'elle a moins de force pour vaincre la réſiſtence de l'air & pour s'épancher. La ſphéricité des petites bouteilles de ſavon formées avec un chalumeau, & des bulles d'eau, qui ſe produiſent d'elles-mêmes, a un même principe. C'eſt par la même raiſon du reſſort de l'air, que deux goutes d'eau ſe confondent au premier contact, ou même lorſqu'elles ſont fort proches l'une de l'autre.

Des tuïaux capillaires.

Qu'eſt-ce qui cauſe l'élévation d'une colonne de liqueur au-deſſus de ſon niveau dans le tuiau capillaire ? Il s'en préſente trois raiſons très-phyſiques. 1. La diminution de l'élaſticité de l'air ; 2. l'adhérence des parties de la liqueur à la ſurface du petit tuiau ; 3. l'action de l'éther.

L'expérience des tuïaux capillaires eſt d'un grand uſage dans la Phyſique : on dit, en pluſieurs occaſions, *la liqueur monte comme dans les tuïaux capillaires.* Les Newtoniens appliquent ici leur attraction qui ne ſignifie rien : examinons ſommairement les trois cauſes que nous fournit la phyſique corpuſculaire. 1. L'air étant un corps rameux, il a beſoin de quelque eſpace pour développer ſon élaſticité : ſon reſſort, trop contraint dans les tuïaux capillaires, ne peut y conſerver ſon équilibre avec les colonnes dont le reſſort agit librement ſur la ſurface des liqueurs qui ſont dans le vaſe. 2. Les parties de l'eau ont quelque adhérence avec les parois des tuïaux capillaires. Si l'on moüille un verre bien net & qu'on le ſecouë enſuite, il reſte toujours un enduit d'eau ſur toute la ſurface du verre moüillé. Otez l'adhérence, & vous empêchez ou vous diminuez l'élévation dans les petits tuïaux. Si l'on enduit d'une couche de ſuif très-mince le dedans du tuïau, l'eau ne paſſe point le niveau des autres colonnes. Avant l'expérience, moüillez d'eau le dedans du tuïau, l'eau s'éléve davantage. Pour expliquer phyſiquement cette adhérence, j'obſerverai qu'il eſt plus que vraiſemblable, ſuivant la conjecture de M. de Mairan, que le

Entr. phyſiq. t. 1. entr. 3.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1724.

magnétiſme des corps ne regarde pas ſeulement l'aiman, le fer, & quelques corps dont l'électricité eſt plus remarquable. Si deux corps ont leur atmoſphére homogéne, s'ils ſont environnés d'une matiére ſemblable qui coule de leurs pores, les deux atmoſphéres ſe réuniront en une atmoſphére commune, les corps s'approcheront, ou poſés l'un contre l'autre, ils ſe joindront immédiatement, ils ſeront adhérents. Par le principe contraire, les autres corps, qui répandent à l'entour une matiére hétérogéne, ſe repouſſent, ils ne s'appliquent point (1) immédiatement, ils ne ſont pas adhérents. De là l'eau moüille le verre, & le mercure ne le moüille point. 3. L'éther ſoutient la liqueur dans les tuïaux capillaires. J'entends par l'éther cette partie de l'atmoſphére, où il n'entre ni molécules branchuës d'un air groſſier, ni vapeurs, ni exhalaiſons, & qui eſt compoſée ſeulement des matiéres globuleuſe & ſubtile. Or ces deux matiéres, qui traverſent librement les pores des tuïaux

(1) *Les plumes d'un canard ne ſe mouillent point dans l'eau : mais prenez un canard tué depuis quelque tems, & jettez-le dans l'eau, ſes plumes ſe mouilleront, parce qu'alors l'eſpéce de vernis & d'atmoſphére qui les garantiſſoit, leur manque faute de nourriture. Not. du trad. dans le 6. entret. du Newton. de M. l'ab. Algar.*

ıpillaires, y ſoutiennent à quelque hau-
ur le peu de liqueur qui y eſt contenu,
qui n'a preſque aucune peſanteur.

Le plus magnifique des phénoménes, objet le plus digne des recherches du hyſicien, c'eſt la lumiére: mais je ne enſe pas qu'aucun ait été ſujet juſqu'i- à plus de contradictions ni d'abſurdi- s. L'ancienne Phyſique, à cet égard, e nous fournit rien de remarquable: le ſe contentoit de regarder la lumiére omme une émanation des corps lumi- eux. Par cette émanation, les uns en- ndoient une propriété des corps, une ualité; les autres, qui la prenoient pour ne émiſſion réelle de corpuſcules, ne ortoient pas leurs vuës au-delà; & il e paroît pas qu'ils aïent examiné com- ıent ces corpuſcules pouvoient remplir oute la ſphére de leur activité, ni de uelle maniére ils arrivoient juſqu'à nous, quel étoit le degré de leur viteſſe. Ils repréſentoient ſeulement (1) comme ès-rapide.

Explication de la lumiére.

Newton a ſuivi les idées des Anciens ır l'émiſſion & le tranſport de la lu- iére. Suivant cette philoſophie, il ſe

(1) Suppeditatur enim confeſtim lumine lumen;
quaſi pro telo ſtimulatur fulgure fulgur.
ucret. lib. 4.

fait donc une diſſipation (1) continuelle du corps lumineux. Les planétes, qui n'ont qu'une lumiére refléchie, ne courent pas riſque de s'épuiſer. Quant aux corps céleſtes, qui ſont lumineux par eux-mêmes, tels que le ſoleil & les étoiles, Newton y a prudemment pourvû, en leur fourniſſant de tems en tems quelques cométes, qui vont s'y précipiter, & réparent ainſi aux dépends de leur ſubſtance celle que l'aſtre a perduë.

Newt. lib. 3. princip. math. prop. 42.

Par les calculs de Nieuwentyt & de Meſſieurs Bradley & de Voltaire, la lumiére des étoiles fixes de la premiére grandeur n'arrive juſqu'à nous qu'en ſix années & plus d'un mois, & celle des étoiles fixes de la ſixiéme grandeur n'y peut parvenir qu'en plus de trente-ſix ans & demi. Ainſi lorſque pendant une belle nuit, vous regardez la voute azurée du ciel, & les étoiles qui y brillent de toute part, ce n'eſt pas l'état préſent du ciel qui s'offre à votre vuë, c'eſt la

(1) Rejicientur ſimul hypotheſes eæ, quibus lùmen in preſſu vel motu per iſtius medium propagato conſiſtere fingitur. *Newt. Opt.*

Corpuſcula è corporibus lucentibus emiſſa. *Ibid.*

Newton doute ſi les raïons de lumiére ſont matériels ou non : Intereà de naturâ radiorum (utrùm ſint corpora necne) nihil omninò diſputo. *Newt. lib. 1. princip. Math. Schol. prop. 96.*

ſpoſition qu'il avoit en partie ſix ans
plus d'un mois auparavant, & en par-
: avant plus de trente-ſix ans & demi.

Eſſais de phyſiq. ch. 27. ſect. 1004.

Si l'on expoſe une chandelle allumée, t M. Van-Muſſchenbroek, *au haut une tour, la flamme ſe fait appercevoir touts cõtés à la diſtance d'un demi mille la ronde, de ſorte qu'il n'y a aucun point ins la ſphére d'un mille de diamétre, ſur quel il ne tombe un raïon de la lumiére la flamme. Or il eſt certain que touts ces ions ont été raſſemblés dans la flamme.* naginez, ſi vous pouvez, ſur ce prin-pe, ce qu'il eſt ſorti de raïons depuis le mmencement du monde, d'une étoile la ſixiéme grandeur, ſix fois plus éloi-ée au-delà des étoiles de la premiére andeur, que nous ne le ſommes de cel-i-ci; à l'égard deſquelles cependant rbite d'environ deux cents millions de ues, que la terre parcourt en un an, eſt qu'un eſpace imperceptible. Imagi-z quelle diſſipation de ſa ſubſtance a faire cette étoile de la ſixiéme gran-ur, pour pouvoir à touts les inſtants mplir des émiſſions d'une matiére éma-e d'elle touts les points d'une ſphére, nt le corps de l'étoile plus gros que tre ſoleil, n'eſt lui même qu'un point. pendant ſi les globes lumineux ont mpli depuis le commencement du mon-

de, & continuent de remplir de leurs molécules tours les points de la ſphére, d'où ils peuvent être apperçus, les cieux ne ſont donc pas entiérement vuides de toute matiére, comme Newton le ſoutient dans ſon Optique.

Cette partie de la Phyſique Newtonienne, concernant le tranſport de la lumiére, n'a pas été généralement applaudie de ceux mêmes qui ont reçu de Newton la raiſon inverſe des quarrés de diſtance & le ſyſtême mathématique dérivé de ce principe. *Quelle imagination*, dit M. de Moliéres, *que les particules du ſoleil ſe détachant de cet aſtre, parcourent trente-ſix millions de lieuës en moins d'un demi-quart d'heure pour venir frapper l'organe de nos yeux?*

Leçon 16. de phyſiq. propoſ. 24.

Il eſt infiniment plus ridicule, dit M. Pluche, *de prétendre que le ſoleil enfante à chaque inſtant la lumiére & en rempliſſe de moment en moment l'eſpace épouvantable de la ſphére qu'il éclaire, que de prétendre que la cloche produit l'air qui frappe mon oreille, parce qu'elle l'agite juſqu'à moi.*

Hiſt. du Ciel, liv. 3.

M. Baniéres prouve fort bien qu'il ne peut y avoir de lumiére dans le ſyſtême Newtonien: car puiſque tout gravite vers le ſoleil, & que l'attraction du ſoleil eſt 481. fois plus forte que celle de la terre, toute la lumiére doit donc être

Examen & réfut. des élém. de la philoſ. de Newt. ch. 1.

tirée par le ſoleil, au lieu d'être répan-ıé par cet aſtre.

Le ſentiment preſque général aujourhui eſt que l'action du corps lumineux : non ſa ſubſtance vient à nous par l'enremiſe d'un fluide répandu dans tout univers : que les raïons du ſoleil en particulier nous ſont tranſmis en ſept ou uit minutes, non par un mouvement le tranſport de la matiére qui eſt ſortie lu ſoleil, mais par une impulſion qui ſe communique ſucceſſivement & avec une extrême rapidité dans la matiére éthérée. L'élaſticité de toutes les particules de l'éther nous apporte, dit-on, la lumiére : & elle ſe répand environ ſix cents mille fois plus vite que le ſon, qui parcourt 173. toiſes en une ſeconde.

Ainſi dans ce flux & reflux perpétuel des opinions philoſophiques, le chef d'œuvre de des Cartes eſt aujourd'hui abandonné. J'entends par ſon chef-d'œuvre ſon explication de la lumiére. Ce grand Philoſophe a conçu qu'elle étoit fondée ſur trois principes ; ſon inſtantanéité ſans aucune ſucceſſion de tems, la rondeur des globules, & leur dureté.

J'avouë que je ne ſçais rien en philoſophie, diſoit des Cartes, *ſi la lumiére du ſoleil n'eſt pas tranſmiſe à nos yeux en un inſtant.* En effet quelle lenteur réſulte- *Lettr. 17. du tom. 3.*

orps lumineux, qui pouſſent en lignes roites de touts côtés des files continuës e globules; & par ce mouvement communiqué dans toute leur longueur, les iles de globules deviennent ſes raïons. Les vibrations remarquées dans les corps umineux qui ſont proches de nous, comme dans la flamme, ne nous permettent pas de douter de ces vibrations de la ſurface du ſoleil & des étoiles: & ſi l'on abandonne l'inſtantanéïté de la lumiére, aucune hypothéſe ne peut ſuffire à la viteſſe de ſa tranſmiſſion.

Quoique les files globuleuſes circulent avec les tourbillons des ſoleils ou des planétes, dont elles ſont partie, elles peuvent être cenſées contiguës aux files d'un autre tourbillon, à l'extrémité duquel les vibrations ſe communiquent de l'une à l'autre dans le même inſtant: ce qui fait que du centre de l'atmoſphére terreſtre, nous voïons le ſoleil & les autres planétes de notre tourbillon, & que nous appercevons même les ſoleils des tourbillons les plus éloignés.

Mais la lumiére ne peut être inſtantanée ſans la rondeur & la dureté des globules, conditions qui ne ſont pas moins eſſentielles aux autres parties du phénoméne. La ſphéricité des particules de l'éther emploïées à nous tranſmettre la

lumiére eſt parfaitement démontrée, tant par l'angle que fait le raïon refléchi à la rencontre d'une ſurface polie, que par la conſiſtence & la continuité du raïon : car il eſt également certain qu'une longue file de corps de figure irréguliére ne pourroit pas former un raïon continu & droit,& que des globules non ſphériques ne feroient pas un angle de réflexion ſur une ſurface polie égal à l'angle d'incidence ; comme auſſi que la molleſſe de ces corps ne conviendroit ni à l'inſtantanéïté, ni à la réflexion qui viennent d'être établies.

La matiére globuleuſe doit être extrémément mince & déliée, pour traverſer non-ſeulement les pores du verre, mais encore ceux des corps les plus ſerrés & les plus durs, qui ne laiſſent pas d'être tranſparents, tels que les diamants. Cependant il faut admettre un élément plus ſubtil encore que l'élément de la lumiére ; car puiſque les corpuſcules lumineux ſont néceſſairement ronds, comme il eſt démontré par l'égalité de l'angle de réflexion à l'angle d'incidence, il exiſte des corps plus petits, ou une matiére plus ſubtile qui conſiſte en lignes droites beaucoup plus déliées que des ſphéres.

Des Cartes, après avoir ſi bien diſpoſé les matériaux du phénoméne lumi-

neux, que cette penſée ſemble l'emporter par ſa grandeur, ſa netteté, & ſa juſteſſe, ſur toutes les découvertes qui ont jamais été faites en phyſique, gâte auſſitôt un ſi bel ouvrage par la prévention dont il eſt rempli pour la force centrifuge. Il attribue principalement la lumiére à l'effort des globules pour s'éloigner du centre général du tourbillon, *en ſorte que nous verrions un ſoleil*, dit-il, *quoique cet aſtre n'exiſtât point ; & que ſi le corps du ſoleil n'étoit autre choſe qu'un eſpace vuide, nous ne laiſſerions pas de le voir avec la même lumiére, que nous penſons venir de lui vers nos yeux, excepté ſeulement que cette lumiére ſeroit moins forte.* *Princip. part. 3. ch. 64.*

Le mouvement direct des globules n'eſt point cauſé par une force centrifuge, mais par les vibrations des corps lumineux. En ſecond lieu, ſi la matiére lumineuſe ſuffiſoit ſeule pour produire la lumiére, indépendamment de l'impulſion du corps lumineux, nous verrions clair lorſque la terre préſente au ſoleil l'autre hémiſphére. Il ſe peut bien qu'il y ait des animaux qui apperçoivent les objets pendant la nuit, mais c'eſt que ces animaux ont l'organe de la vuë aſſez fin pour être affecté d'un léger mouvement des globules qui n'eſt jamais interrompu, en

ſorte qu'il s'en fait en tout tems une foible réflexion ſur la ſurface des objets : mais notre vuë n'eſt pas aſſez délicate pour être frappée de cette légére impulſion ; & le ſentiment de voir ne s'excite en nous que lorſque la file des globules eſt pouſſée par les vibrations du corps lumineux en ligne droite ou refléchie. Il faut donc ajouter à l'explication Cartéſienne de la lumiére, les vibrations du ſoleil ou de tout autre corps actuellement lumineux, en retrancher la force centrifuge des globules, & les concevoir au contraire, comme une matiére très-déliée, dont les ſecouſſes & les vibrations tranſmiſes depuis le corps lumineux agiſſent en ligne directe au travers du fluide circulaire, en ſorte que l'action des globules ſe répandant de touts côtés, forme inceſſamment de nouvelles files lumineuſes, & va toujours en ſe dilatant dans toute la ſphére de ſon activité.

16. Eclairciſſ ſur la rech. de la vér.

Le P. Mallebranche, qui a beaucoup détérioré la phyſique Cartéſienne dans les changements qu'il a entrepris d'y introduire, explique la lumiére par ſes petits tourbillons. *Les parties de la matiére ſubtile*, a-t-il dit, *ſe réſiſtant réciproquement par leurs mouvements divers & particuliers, il eſt néceſſaire qu'elle ſe diviſe ſans ceſſe, & forme de petits tourbillons*

& dans ceux-ci d'autres encore plus petits ..... parce que la matiére eſt diviſible à l'infini, & que chaque partie ne fait par elle-même nulle réſiſtence à être diviſée.... La matiére ſubtile ou éthérée n'eſt donc compoſée que d'une infinité de petits tourbillons, qui tournent ſur leurs centres avec une extrême rapidité, & qui ſe contrebalancent les uns les autres.

De même que l'univers eſt compoſé de grands tourbillons dont les étoiles fixes ſont les centres, qu'ils ajuſtent leurs mouvements de maniére à pouvoir tourner touts enſemble & chacun du ſens qui convient au tout; que par leurs forces centrifuges, ils ſe compriment ſans ceſſe les uns les autres, & ſe compriment également, en ſorte qu'ils conſervent l'équilibre où ils ſe ſont mis: de même toute la matiére ſubtile répanduë dans un tourbillon particulier, eſt diviſée en une infinité de tourbillons preſqu'infiniment petits, dont la viteſſe eſt fort grande, & par conſéquent la force centrifuge preſqu'infinie. La lumiére eſt une preſſion cauſée par le corps lumineux à toute la ſphére des petits tourbillons environnants. Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1715.

Le P. Mallebranche ſe contredit doublement, ſoit en diſant *que Dieu a voulu que les corps ſe muſſent en ligne droite, par ce que cette ligne eſt la plus ſimple*; ſoit en établiſſant ce principe, *que la viteſſe des* 15. *Eclairciſſ. ſur la recher. de la vér.*

16. Eclairciſſ. *couches du fluide eſt en raiſon inverſe des quarrés des diſtances.* Il ſuit du premier principe, qu'une matiére très-ſubtile & qui a un mouvement très-rapide, ne peut être aſſujétie au mouvement circulaire, qu'autant qu'elle eſt engagée dans les interſtices d'un corps qui circule, & qu'elle doit continuer ſon mouvement propre en ligne droite, parce que cette ligne eſt la ſimple. Le ſecond principe du P. Mallebranche eſt contraire aux obſervations aſtronomiques, ſuivant leſquelles il eſt très-certain que la viteſſe des couches du fluide, ou des globes qui y circulent, n'eſt point en raiſon inverſe des quarrés de diſtance. Mais ſi cette diminution des viteſſes avoit lieu, il en réſulteroit donc que les différentes couches du fluide n'ont pas d'égales forces centrifuges; que les petits tourbillons, dont on les ſuppoſe compoſées, ne peuvent ſe comprimer également, qu'ils ne ſe contrebalancent point par des forces égales, qu'ils ne peuvent conſerver l'équilibre entr'eux, & qu'ils doivent réciproquement s'entredétruire.

L'analogie des petits tourbillons aux grands eſt deſtituée de toute vraiſemblance. Les parties du troiſiéme élément & d'un air groſſier ſe ſont embarraſſées dans des mouvements contraires, elles ſe ſont

accrochées, elles ſont reſtées appliquées les unes aux autres, & en cet état elles ont ſuivi un mouvement circulaire général imprimé par l'activité du centre à tout le tourbillon. Cette même force centrale défend le tourbillon ſolaire contre les tourbillons environnants qui le compriment. Tout ce méchaniſme eſt directement contraire aux petits tourbillons du P. Mallebranche. Les files de matiére ſubtile ſont trop déliées, elles ont un mouvement trop rapide, pour ſe cauſer quelque embarras réciproque dans leurs mouvements, pour s'accrocher, pour reſter appliquées les unes aux autres, pour être aſſujéties à des mouvements circulaires. Les petits tourbillons, qui font effort les uns contre les autres avec des forces inégales dans différentes couches, doivent ſe détruire en un inſtant. Ils n'ont pas un centre actif qui puiſſe, comme dans les grands tourbillons, ni cauſer leur révolution autour de leur axe, ni les défendre contre la compreſſion des tourbillons environnants. C'eſt abuſer du principe de la diviſibilité de la matiére, que de ſuppoſer, comme réels des tourbillons décroiſſants à l'infini. Car quoiqu'il ſoit démontré que c'eſt une propriété inſéparable de touts les corps de ne pouvoir ceſſer d'être diviſi-

bles, il n'en eſt pas moins certain qu'il y a dans la nature une derniére petiteſſe, au-delà de laquelle aucune force phyſique ne peut plus opérer de diviſion. Les petits tourbillons ne pourroient pas non plus être cette derniére petiteſſe phyſique poſſible, car un tourbillon eſt un compoſé d'un grand nombre de diamétres. Ainſi les petits tourbillons ne peuvent, ni commencer d'exiſter, ni conſerver leur équilibre, ni être conciliés avec les phénoménes, & ſurtout avec la diffuſion de la lumiére.

Le P. Mallebranche peut être comparé à Platon. Même brillant d'imagination, même étenduë des penſées, même énergie des termes : mais les Opinions de l'un & de l'autre manquent le plus ſouvent de réalité. Le P. Mallebranche, en recherchant la vérité, ſoit dans la phyſique, ſoit dans la métaphyſique, n'a fait que l'embroüiller beaucoup par des inventions auſſi dépourvuës de juſteſſe, qu'exceſſives en ſubtilité.

M. de Moliéres a renouvellé depuis peu le ſyſtême des petits tourbillons. Il rend ceux de l'air ſemblables aux grands tourbillons en les garniſſant au centre d'un globule dur, qui repréſente le ſoleil au milieu de ſon tourbillon ou la planéte au centre de ſon atmoſphére. Les pe-

tits tourbillons de l'éther n'ont point de globules durs aux centres : ce qui les rend fluides, élastiques, destitués de toute pesanteur. Il distingue deux forces centrifuges, l'une relative au centre & à la révolution du grand tourbillon, l'autre propre aux petits tourbillons qui les fait piroüetter autour de leur axe. Les petits tourbillons de l'éther, qui n'ont point de globule dur au milieu, sont en équilibre avec ceux de l'air : *car les couches supérieures*, dit-il, *ou les plus éloignées du centre de la terre ont une vitesse décroissante en raison inverse des quarrés de distance ; mais comme leurs petits tourbillons n'ont point de globules durs à leur centre, l'excès de leur force centrifuge propre compense le défaut de la force centrifuge relative ; & la combinaison de ces deux forces contient dans l'égalité les efforts réciproques des petits tourbillons.* C'est cette combinaison des deux forces centrifuges, par laquelle il prétend maintenir l'équilibre entre toutes les couches supérieures & inférieures, *celles qui ont plus de force communiquant un degré de mouvement proportionné à celles qui en manquent. Ainsi le mouvement peut passer de la superficie au centre, comme du centre à la superficie, & par conséquent de quelque manière que l'équilibre vienne à se rompre, il sera promptement rétabli.*

Leçons phys. leçon 12. prop. 9.

Hist. de l'Acad. des Scienc. ann. 1734.

Il eſt phyſiquement impoſſible que les petits tourbillons du ſyſtême que M. de Moliéres nomme *compoſé*, ſubſiſtent davantage que ceux du P. Mallebranche : & les mêmes objections entrainent la ruine de l'un & de l'autre.

Leçons phyſiq. leçon 20. prop. 4.

M. de Moliéres penſe que la matiére éthérée, étant comme l'eau & l'air un fluide élaſtique, les particules du corps lumineux excitent dans ce milieu des ondes ſemblables à celles que la chute d'une pierre cauſe dans l'eau, ou plutôt à celles que le frémiſſement d'un corps ſonore ou les vibrations des particules de ce corps produiſent dans l'air. Quelle prodigieuſe augmentation de diſtance pour la lumiére à parcourir, par toutes ces ondes qui s'affaiſſent & s'élévent ſucceſſivement ? De combien un eſpace meſuré par une ligne droite eſt-il allongé, lorſqu'il eſt multiplié par cette immenſité, de courbes ? Quel afoibliſſement du raïon de lumiére entrecoupé par tant d'obſtacles ? Il faut franchir le terme, cette propagation de la lumiére eſt abſolument inconcevable. Il n'y a que ſon inſtantanéité au moïen d'une file contiguë de globules durs, qui puiſſe ſatisfaire l'entendement. Une hypothéſe, qui exclut toute autre poſſibilité, ceſſe d'être hypothéſe ; elle devient à bon titre une vérité démontrée.

Pour établir celle-ci d'une maniére solide, repoussons toutes les attaques, par lesquelles on s'est efforcé de l'anéantir. Les Physiciens, assez généralement, paroissent persuadés que les observations astronomiques ont donné une preuve assurée du progrès successif de la lumiére. Roemer a remarqué que le premier satellite de Jupiter paroissoit sortir plus tard de l'ombre, quand la terre étoit beaucoup plus éloignée de Jupiter, & qu'il paroissoit en sortir plutôt, quand les deux planétes étoient beaucoup plus proches. Il calcula en 1676. que la lumiére retarderoit d'onze minutes pour une différence d'éloignement égale à la distance de la terre au soleil. L'événement répondit à la prédiction. Il suit de ses observations que la lumiére dans une seconde de tems avance d'un peu plus de 48203. lieuës communes de France.

Anc. mémoir. de l'Acad. des Scienc. t. 1. p. 214.

Cassini, dans sa dissertation de l'origine & du progrès de l'astronomie, est d'une opinion différente. Il remarque qu'en quelques occasions, on n'a trouvé aucune différence sensible de tems dans le chemin que la lumiére a fait depuis le premier satellite de Jupiter jusqu'à nous, quoiqu'on fût assuré d'une inégalité de distance du satellite : que les différences de tems qui peuvent être expliquées par

Anc. mémoir. de l'Acad. des Scienc. t. 8. p. 46.

l'hypothéſe du mouvement ſucceſſif de la lumiére peuvent auſſi avoir été produites ou par l'excentricité du ſatellite, ou par l'irrégularité de ſon mouvement, ou par quelque autre cauſe qu'on découvrira peut-être dans la ſuite.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1707. p. 77. & Mémoir. de la même ann. p. 25.

Maraldi s'eſt expliqué ſur cette queſtion encore plus poſitivement. Les quatorze minutes (1) que la lumiére doit emploïer à traverſer l'orbe annuel, c'eſt-à-dire, à parcourir ſoixante-ſix millions de lieuës, donnent une facilité agréable à faire des calculs ſur ce mouvement, à lui comparer (2) celui du ſon, à fonder des ſpéculations élevées & ſubtiles. Cela perſuade en faveur de l'hypothéſe. Mais tout ne s'y accorde pas; & c'eſt aſſez; car une hypothéſe eſt obligée de répondre à tout. Il faudroit que du périhélie de Jupiter & réciproquement, il y eût une variation dans les éclipſes du ſatellite: car du périhélie à l'aphélie de Jupiter, la variation de ſa diſtance à l'égard du ſo-

(1) *Ceux qui ont eu égard à ce calcul, ont emploïé tantôt celui de quatorze minutes, pour le tranſport de la lumiére au travers de l'orbite de la terre, tantôt celui d'onze minutes pour la diſtance de la terre au ſoleil: calculs qui n'ont entr'eux, comme on voit, aucune proportion.*

(2) *On a calculé que le progrès de la lumiére étoit plus de ſix cents mille fois plus rapide que celui du ſon,*

leil eſt le quart du diamétre de l'orbe annuel de la terre ; & ſi la lumiére traverſe cet orbe en 14. minutes, elle parcourt le quart de ſon diamétre en 4. minutes à peu près, qui ſont une quantité aſſez ſenſible pour l'aſtronomie d'aujourd'hui. Il s'enſuit donc que ſi l'on a pluſieurs obſervations des éclipſes du ſatellite pendant l'oppoſition de Jupiter ; mais que dans les unes Jupiter ait été à ſon périhélie & dans les autres à ſon aphélie, elles doivent donner une variation ſenſible dans les éclipſes du ſatellite. Mais Maraldi qui avoit un grand nombre de ces obſervations, prouvoit que cette variation ne s'y rencontroit jamais, & qu'on gâteroit les tables, ſi l'on vouloit y introduire à cet égard, la conſidération du périhélie & de l'aphélie de Jupiter. Il faudroit de plus, dans l'hypothéſe du mouvement ſucceſſif de la lumiére, que la ſeconde inégalité (1) du premier ſatellite lui fut commune avec les trois autres. Les différences de leurs diſtances à la terre ne ſont rien, ni par rapport à l'énorme

(1) *On appelle premiére inégalité des planétes celle qui vient de leur excentricité au ſoleil, & qui eſt réellement dans leur cours par rapport à cet aſtre ; & ſeconde inégalité celle qui vient de ce qu'elles ſont vûës de la terre & non du ſoleil. Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann.* 1704.

distance où ils en sont touts, ni par rapport à la prodigieuse rapidité qu'on est obligé d'attribuer à la lumiére. Mais Maraldi fait encore voir que les trois satellites les plus élevés ont, à la vérité, des secondes inégalités aussi bien que le premier, mais fort différentes & beaucoup plus grandes, au lieu qu'elles devroient être égales à la sienne. *Il paroit donc*, ajoute M. de Fontenelle, *qu'il faut renoncer, quoique peut-être à regret, à l'ingenieuse & séduisante hypothése de la propagation successive de la lumiére, ou du moins à l'unique preuve que l'on crut en avoir.*

L'hypothése de la propagation successive de la lumiére n'avoit rien de séduisant que de donner matiére aux calculs qui sont fort à la mode : mais l'instantanéité de la lumiére est réellement très-satisfaisante, en ce qu'elle met à la portée de notre entendement le plus intéressant des phénoménes qui, sans elle, est entiérement inconcevable pour nous ; puisqu'on ne peut mettre au nombre des vérités physiques, ni le transport des molécules émanées du soleil & à plus forte raison des étoiles fixes, ni cette infinité de compressions & d'élasticités successives, qui n'arrivant que les unes après les autres & dans des instants différents, se communiqueroient jusqu'à nous soit

par des ondes de petits tourbillons fluides, ſoit par des mouvements tranſmis de globules en globules les uns après les autres. M. de Fontenelle ajoute cette réflexion : *A quoi tient-il que nous ne tombions dans de grandes erreurs ? Si Jupiter n'eût eu qu'un ſatellite, & ſi ſon excentricité à l'égard du ſoleil eût été moindre, ces deux choſes là étoient fort poſſibles, nous nous ſerions tenus ſûrs que la lumiére traverſoit en quatorze minutes l'orbe annuel de la terre.* *Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1707. p. 80.*

On allégue encore pour la propagation ſucceſſive de la lumiére, des obſervations aſtronomiques beaucoup plus récentes, ſuivant leſquelles M. Broadley a trouvé que les étoiles (1) ont une parallaxe annuelle d'une ſeconde. *On s'eſt de*

(1) *M. Van-Muſſchenbroek a calculé ſur cette parallaxe annuelle d'une ſeconde, qu'un boulet de canon, qui perſévérant de parcourir les eſpaces qui ſont entre le ſoleil & la terre avec la viteſſe que nous lui connoiſſons, arriveroit au ſoleil en vingt-cinq ans, ne pourroit parvenir aux plus éloignées des étoiles fixes qu'en cent quatre bimillions, cent ſoixante-ſix millions, ſix cents ſoixante-ſix mille, ſix cents trente-ſix ans. Eſſ. de phyſiq. ch. 27. ſect. 1005. Ce calcul eſt prodigieuſement différent de ceux des autres Phyſiciens & Aſtronomes qui eſtiment que ſi un boulet de canon étoit tiré de la terre & alloit toûjours de la même viteſſe, il lui faudroit vingt-cinq ans pour arriver juſqu'au ſoleil, & environ ſix cents quatre-*

plus apperçu, dit M. Van-Muſſchenbroek, *que les étoiles fixes ſont ſujettes à quelques déclinaiſons qui ne ſont pas les mêmes le matin & le ſoir ; car le ſoir, elles ſont plus ſeptentrionales, & le matin elles ſont plus méridionales : on remarque auſſi qu'elles différent en certaines ſaiſons de l'année. Ces déclinaiſons ne peuvent dépendre uniquement de la parallaxe annuelle, ni de la réfraction des raïons qui paſſent au travers de notre atmoſphére, ni d'aucune ſorte de balancement de l'axe de notre globe :*

Eſſ. de phyſiq. ch. 27. ſect. 1009.

vingts onze mille ſix cents ans, pour arriver aux étoiles fixes qui ſont les plus proches de la terre. Diſc. prélim. avant le tr. de Nieuwentyt, de l'exiſt. de Dieu. On tient communément que les étoiles de la ſixiéme grandeur ſont ſix fois plus éloignées. Si le dernier nombre de 691600. ans eſt multiplié par ſix, le produit ne ſera que de quatre millions cent quarante-neuf mille ſix cents ans : ce qui n'eſt qu'environ la vingt-cinq milliéme partie du calcul de M. Van-Muſſchenbroek, auquel je ſoupçonne qu'il y a quelque faute d'impreſſion. Peu après il calcule que la lumiére parcourt, dans le tems d'une ſeconde, neuf cents quatre-vingts millions, huit cents neuf mille neuf cents trente-trois piés & demi : qu'un boulet de canon tiré avec la plus grande viteſſe ne parcourt que ſix cents piés en une ſeconde ; que par conſéquent, la rapidité avec laquelle la lumiére ſe meut, eſt à celle d'un boulet de canon, comme ſeize cents trente-quatre mille ſix cents quatre-vingt-trois eſt à un. Eſſ. de phyſiq. ch. 27. ſect. 1011.

mais on peut les expliquer fort aiſément, en établiſſant que la terre a ſon mouvement diurne autour de ſon axe, qu'elle fait ſa révolution annuelle autour du ſoleil, & que la lumiére avec un mouvement rapide paſſe des étoiles fixes à notre globe. M. Bradley a effectivement découvert & démontré que les phénoménes obſervés dans les déclinaiſons des étoiles fixes s'accordent fort bien avec cette ſuppoſition. Ce que M. des Aguliers a auſſi expoſé d'une maniére fort ingénieuſe dans ſon cours d'expériences. En effet, dit-on, ſi le raïon lumineux n'agit pas par un tranſport effectif, mais par une ſimple preſſion, on verra à toute heure l'étoile dans le même point, ſans aucune déclinaiſon ni au ſud ni au nord. Mais ſi le corpuſcule lumineux ſe tranſporte juſqu'à la terre, & qu'elle tourne autour de ſon axe, le raïon qui eſt en mouvement, rencontrera obliquement la terre, laquelle eſt auſſi en mouvement: d'où il arrivera que le ſpectateur recevra le raïon comme dans un mouvement compoſé, tout de même que s'il eût eu une direction méridionale: de ſorte que le matin l'étoile devra paroitre méridionale: mais lorſque le ſoir approche, alors le raïon qui eſt en mouvement, rencontre la terre dans une autre direction; ce qui fait que le raïon doit avoir une déclinaiſon ſeptentrionale; de ſorte que la dé-

Philoſ. tranſ. n. 406.

Philoſ. lect. 5.

clinaiſon des raïons lumineux doit varier toute la journée depuis le matin juſqu'au ſoir, comme on l'a découvert par les obſervations. Suppoſons maintenant que la terre avance dans ſon orbite, en faiſant ſa révolution annuelle, alors le même ſpectateur recevra le raïon dans une autre obliquité; & il faut, par conſéquent, que l'étoile ſoit appercuë avec une autre déclinaiſon. Il ſe peut faire que quelque changement dans la tranſparence de l'air ait fait paroître les déclinaiſons des étoiles différentes du matin au ſoir : mais elles ne peuvent être attribuées ni au mouvement diurne de la terre ſur ſon axe, ni au tranſport inconcevable des molécules lumineuſes depuis le globe de l'étoile juſqu'à nous. En admettant ce tranſport phyſiquement impoſſible, on ne trouveroit aucune liaiſon ni phyſique ni aſtronomique, ni dans le mouvement de la lumiére, ni dans la révolution diurne de la terre, avec une déclinaiſon apparente des étoiles *tantôt méridionale & tantôt ſeptentrionale, & variable pendant toute la journée depuis le matin juſqu'au ſoir.*

M. de Maupertuis, ne ſe fonde point ſur ces déclinaiſons méridionales, pour en induire la même concluſion du mouvement ſucceſſif de la lumiére; il ne parle que de la parallaxe annuelle. *M. Brad-*

ley, dit-il, *a trouvé que chaque étoile obſervée pendant le cours d'une année, ſembloit décrire dans les cieux une petite ellipſe dont le grand axe eſt d'environ quarante ſecondes. Cette différence qui arrive dans le lieu des étoiles obſervé de la terre, vient du mouvement de la lumière que l'étoile lance, & du mouvement de la terre dans ſon orbite combinés l'un avec l'autre. Si la terre étoit immobile, il faudroit donner une certaine inclinaiſon à la lunette, à travers laquelle on obſerve une étoile, pour que le raïon qui part de cette étoile la traverſât par le centre, & parvint à l'œil : mais ſi la terre qui porte la lunette, ſe meut avec une viteſſe comparable à la viteſſe du raïon de lumière, ce ne ſera plus la même inclinaiſon qu'il faudra donner à la lunette ; il la faudra changer de ſituation, pour que le raïon qui la traverſe par le centre, puiſſe parvenir à l'œil : & les différentes poſitions de la lunette dépendront des différentes directions, dans leſquelles la terre ſe meut en différents tems de l'année. Le calcul fait d'après ce principe, d'après la viteſſe de la terre dans ſon orbite, & d'après la viteſſe de la lumière connuë par d'autres expériences, le changement des étoiles en déclinaiſon ſe trouve tel que M. Bradley l'a obſervé.* *M. de Maupert. diſ. ſur la meſ. du mérid.*

M. de Maupertuis appelle cette parallaxe des étoiles découverte par M. Brad-

ley, le mouvement *de l'aberration des étoiles* On peut bien dire que cette découverte ſeroit l'événement le plus important qui pût arriver pour l'aſtronomie: car une parallaxe des fixes démontreroit à la rigueur le ſyſtême du mouvement de la terre dans ſon orbite, & elle donneroit un moïen de meſurer la diſtance des fixes. Flamſteed s'étoit déja flatté d'avoir découvert par ſes obſervations une parallaxe des étoiles; mais les Aſtronomes ne l'ont jugée d'aucune réalité. Caſſini obſerva Sirius pendant toute une année; & le réſultat fut d'attribuer les variations de la hauteur de l'étoile dans la lunette à l'inégalité irréguliére des réfractions dans les différentes ſaiſons. Flamſteed avoit obſervé qu'en différentes ſaiſons la diſtance qui eſt entre le pôle & l'étoile pôlaire varie; & il avoit cru que cette variation etoit produite par le mouvement annuel de la terre. M. Caſſini (1) convint de la vérité des obſervations

Nieuwventit, liv. 3. ch. 7.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1699.

(1) *M. Caſſini eſt celui qui ſoutient ſi dignement la grande réputation d'un pére illuſtre. M. de Thury, dont j'aurai occaſion de parler, eſt fils de M. Caſſini. Jean Dominique Caſſini eſt mort le 14. Septembre 1712. âgé de 87. ans. On a peine à ſe perſuader que ce ſoit le même homme qui traça en 1653. la fameuſe Méridienne de S. Pétrone de Boulogne, & qui avoit ſuccedé en 1650. au P. Cavalieri, dans la premiére chaire d'Aſtronomie de l'Univerſité de Boulogne. M. de*

qu'il trouva conformes à celles de l'Obſervatoire Roïal ; mais il ſoutint que les variations de diſtance de l'étoile pôlaire & du pôle n'étoient point telles qu'elles devroient être en les ſuppoſant des apparences produites par le mouvement de la terre. Quelle eſt donc la cauſe de ces variations qui ne ſont point conteſtées ? Il s'en préſente deux : 1. il eſt plus que vraiſemblable que les étoiles tournent ſur leurs centres, de même que le ſoleil ſur le ſien : quelques-unes peuvent avoir des hémiſphéres inégalement lumineux. Quand elles tournent vers nous l'hémiſphére le plus éclatant, elles paroiſſent plus grandes, & par conſéquent plus proches de leurs voiſines. De plus, il n'y a guéres d apparence que les étoiles fixes ſoient véritablement fixes. Quelle apparence qu'elles ne fuſſent pas un peu flottantes dans ce grand liquide, qui eſt toujours en mouvement ? L'analogie, qui eſt d'un ſi grand poids dans la nature, nous conduit à penſer qu'elles ont, comme le ſoleil, quelque mouvement de tranſport outre leur révolution ſur leur axe.

Fontenelle applique à ce grand Aſtronome ce que Joſeph a dit des Patriarches, que le Seigneur a voulu les laiſſer long tems ſur la terre pour le progrès de l'Aſtronomie. Eloge de Caſſini, hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1712.

Il reſte donc bien peu d'eſpérance (1) de trouver une parallaxe des fixes. Il eſt fort à ſouhaiter que la découverte de M. Bradley ſe confirme : mais de prétendre calculer la différence du lieu des étoiles par la viteſſe de la lumiére combinée avec la viteſſe du mouvement de la terre ſoit annuel ſoit journalier, c'eſt ce qui ne ſera jamais recevable. Il faudroit, ſuivant les principes de Newton, que toutes les molécules émanées des étoiles fuſſent d'une égalité géométrique, & qu'elles parcouruſſent avec des viteſſes égales des milieux géométriquement égaux pendant un trajet de ſix ans & un mois depuis l'étoile la plus voiſine. Puiſque les Newtoniens n'ont pas encore ſupprimé l'air, les vents, les vapeurs, ni les atmoſphéres, n'eſt-ce pas là accumuler les impoſſibilités phyſiques? Je ne penſe pas qu'on parvienne jamais à trouver

(1) *Sur le peu d'eſpérance qui reſte de trouver une parallaxe des fixes, il n'y a qu'à conſulter la ſection 40. du 3. livre de l'Aſtronomie de Grégory, & le Coſmotheoros de Huguens p. 134. Newton regarde comme nulle la parallaxe des fixes. Princip. Math. lib. 3. Schol. 14. Copernic avouë qu'il n'y a aucune démonſtration de ſon ſyſtême, lorſque pour en ſoutenir la vérité, il dit ſeulement :* Je crois que nous devons plutôt admettre cette hypothéſe, qu'embarraſſer & confondre notre eſprit dans une infinité de cercles. *Copernic. lib. 1. c. 10.*

d'une maniére ſolide la parallaxe des fixes ; mais on ne pourroit eſpérer une ſi belle découverte que de l'inſtantanéité de la lumiére, ſeule capable de repréſenter avec la préciſion néceſſaire le lieu de l'étoile, & la variation de ſon aſpect relativement aux différentes poſitions de la terre dans ſon orbite.

Je terminerai ma réponſe à l'objection tirée des obſervations de Roemer & de M. Bradley par cette concluſion ; que puiſque Caſſini & Maraldi ont vérifié par de nombreuſes obſervations que la vîteſſe de la lumiére ne varie point dans des diſtances inégales, que toute l'aſtronomie & la compoſition des tables roulent toujours ſur l'inſtantanéité de la lumiére ; qu'on objecte ſeulement un fait unique qui doit être attribué à d'autres cauſes, ou de nouvelles obſervations qui ne ſeront vraiſemblablement jamais reçuës dans l'aſtronomie, & qui ne pourroient même avoir quelque ſolidité que par l'inſtantanéité de la lumiére, il n'eſt pas moins conſtaté par l'aſtronomie elle-même & par l'expérience, que par la phyſique & le raiſonnement, que l'action de la lumiére eſt inſtantanée.

Les objections des Phyſiciens ſont en grand nombre : mais rien ne confirme tant une vérité que d'être éprouvée par

Trait. phyſiq. de la lumiér. ch. 1. propoſ. 2.

beaucoup de contradictions. *Si la lumiére ſe répandoit en un inſtant*, dit M. Banniéres, *elle ne ſouffriroit aucune diminution, à proportion de la diſtance du corps lumineux; car les deux extrémités du raïon tiré de nos yeux à ce corps, ſeroient muës avec une égale force.* Je n'ai pas trouvé que des Cartes ni aucun de ceux qui ont ſoutenu l'inſtantanéité de la lumiére, ſe ſoient mis en peine d'expliquer ſon afoibliſſement ou ſon extinction, d'une maniére conforme à ce principe. Peut-être n'avoient-ils pas prévû l'objection; il faut ſuppléer à leur ſilence. Un ſeul raïon de lumiére n'excite en nous aucune viſion: un cône de faiſceaux lumineux, dont la baſe embraſſe l'étenduë de l'objet, eſt néceſſaire pour produire dans l'organe de la vuë le ſentiment de voir. Ce méchaniſme nous eſt découvert par l'analogie des différentes apparences de grandeur ou de petiteſſe, ſuivant que l'angle viſuel (1) eſt obtus ou aigu. Des que le faiſ-

(1) *Le jugement, que nous portons de la diſtance des objets, eſt tiré, par une eſpéce de géométrie naturelle, du plus ou moins d'étenduë qu'ont les angles des raïons viſuels. Un objet paroît plus grand, parce qu'il préſente à l'œil un triangle dont la baſe a plus d'étenduë. Mais l'apparence de grandeur n'eſt pas proportionnée à la grandeur de cet angle, lorſque les objets ſont proches. Il faut pour changer cette apparence de*

ceau

ceau de lumiére ceſſe d'être convergent, & de faire un angle, il n'éclaire plus. Tel eſt le principe qui cauſe la diminution (1) de la grandeur apparente de l'objet éloigné. C'eſt en même tems le principe de l'afoibliſſement & même de l'extinction du raïon de lumiére : la diminution de l'angle l'afoiblit ; la nullité de l'angle, dont les côtés deviennent des lignes droites, l'éteint.

Un journaliſte de Trévoux a objecté *que ſi la propagation de la lumiére étoit inſ-*

grandeur, qu'il ſe faſſe une illuſion optique, qui n'eſt cauſée que par la petiteſſe de l'angle jointe à une longueur des côtés de l'angle viſuel, dont l'œil ne puiſſe faire la comparaiſon avec les objets qu'il voit de près & diſtinctement. Ainſi les deux bouts d'une allée courte ne me paroiſſent ſeulement pas convergents ; mais ſi cette allée eſt fort longue, les deux extrémités me paroiſſent réunies, parce qu'alors mon œil eſt trompé par la longueur d'un angle, dont les côtés lui paroiſſent des lignes preſque paralléles, & la baſe d'une extrême petiteſſe. Des iſles éloignées du Pic de Ténériffe, de 7. de 14. & méme de 18. lieuës, étant vûës du haut de cette montagne, paroiſſent auſſi proches, que ſi elles n'étoient ſéparées que par un bras de mer auſſi étroit que la Tamiſe. Iſaac Voſſ. de apparentib. in lunâ circul.

(1) *Un feu de trois piés de large vû à la diſtance d'environ treize lieuës pendant la nuit, paroît à la ſimple vûë, comme une étoile de la troiſiéme grandeur. Mémoir. de l'Acad. des Sc. ann.* 1735. *p.* 5.

tantanée, & qu'elle ſe répandît dans toute la ſphére de ſon activité ſuivant l'argument des globules durs de des Cartes, un globule en pouſſeroit deux, deux en pouſſeroient trois, & ainſi de ſuite; qu'il ne reſteroit donc aucune place pour le troiſiéme élément, ni pour un air groſſier, & que les eſpaces éthérées ſeroient entiérement ſolides. Il faut ſe garder de conſidérer les globules, comme ſi leurs files étoient ſerrées l'une contre l'autre ſuivant cet arrangement: les deux conſéquences objectées en réſulteroient & ſeroient fort oppoſées aux expériences générales & à touts les principes de la phyſique: mais les files de globules ſont écartées les unes des autres; elles ſont ſoutenuës dans leur longueur, quelle qu'elle ſoit, par la preſſion du plein, & elles ne cauſent aucun obſtacle à la fluidité de l'air, qui les environne & qui s'entrouve à leur rencontre. Des globules ſortent d'eſpace en eſpace d'une file principale comme d'une tige: ce ſont de nouvelles files de raïons, qui s'élévent d'une premiére file, comme les rameaux d'une branche. Ces raïons de lumiére ſe répandent, non dans touts les points phyſiques de l'eſpace, mais dans touts les eſpaces ſenſibles, de la grandeur par exemple d'une petite prunelle: eſpace dont l'étenduë ſurpaſſe incomparablement celle

PL. 2. FIG. 1.

qu'une file de globules occupe parmi les éléments imperceptibles du fluide aërien. C'eſt vraiſemblablement en ce ſens, que des Cartes a dit qu'un globule en pouſſoit deux, que deux en pouſſoient trois &c. car il n'a pas entendu compoſer de ſes ſeuls globules durs tout le fluide aërien, où il a ſi expreſſément diſtingué les deux autres éléments.

Nieuwentyt, pour prouver que la lumiére a un mouvement, rapporte l'expérience de Homberg, *lequel aïant mis une matiére lumineuſe comme de l'alun de plume dans le foyer d'un verre ardent, ſur du charbon de bois, les raïons de lumiére l'en chaſſérent. Homberg aïant auſſi placé le reſſort d'une montre attaché par une extrémité à un morceau de bois, dans le foïer d'un verre ardent de douze ou treize poulces, les raïons en frappant l'extrémité du reſſort qui n'étoit pas attachée, le faiſoient mouvoir en avant & en arriére, de même que ſi on l'eût pouſſé avec un bâton.* Qui doute que la lumiére ne ſe meuve? Mais ce n'eſt pas, comme Nieuwentyt le croïoit, par un tranſport ſucceſſif. Les files lumineuſes peuvent être facilement détournées, inclinées, réünies: Car de même qu'un petit bâton dans un fluide, elles cédent aiſément à des impulſions légéres. Elles ont à leur extrémité le mou-

De l'exiſtence de Dieu, liv. 3. ch. 1.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1708.

vement tranſmis par les vibrations du corps lumineux & par la contiguité des globules. Elles doivent donc avoir dans le foïer d'un miroir ce mouvement d'impulſion que Homberg y remarquoit. Cette expérience convient bien mieux à l'inſtantanéité qu'à la viteſſe ſucceſſive de la lumiére.

Eſſai de phyſiq. ch. 27. ſect. 1010.

M. van-Muſſchenbroek a ajouté deux autres objections. 1. *La lumiére eſt un feu; donc elle a un mouvement de progreſſion.* Mais le feu n'a pas lui-même ce mouvement de progreſſion. D'ailleurs la matiére lumineuſe a des analogies avec le feu; mais dans ſon état ordinaire, elle n'eſt point du feu, & ne cauſe aucuns embraſements. La phyſique eſt aujourd'hui pleine d'analogies changées en identités: la lumiére & le ſon ont des analogies, donc il faut expliquer l'une par l'autre; la lumiére & le feu ont des analogies, donc c'eſt une même matiére & un même mouvement. Ce principe conduiroit à bien des erreurs. La ſeconde objection eſt *que ſi l'on conſidére la foudre & ſes raïons, on voit qu'elle ſe porte d'un endroit vers un autre; qu'on peut appercevoir ce phénoméne des yeux, & que quelque ſoit la viteſſe avec laquelle l'éclair s'élance, on ne laiſſe pas de remarquer que cette lumiére eſt en mouvement.* L'objection confond la

lumiére de la foudre avec la foudre même. La lumiére de la foudre eſt inſtantanée, comme celle de tout autre corps lumineux ; pour le tranſport de la foudre, quelque vite qu'il ſoit, il n'a rien de comparable à la propagation de la lumiére. Il ne ſe fait aucun tranſport de corpuſcules depuis la foudre juſqu'à l'œil, non plus que depuis le ſoleil juſqu'à nous : ce qu'on peut appercevoir, c'eſt le tranſport même de la foudre avec une viteſſe comparable à mille autres viteſſes connuës : que peut-on en conclure ?

Quelques Newtoniens ont tiré cette conſéquence, *que ſi chaque raïon de lumiére n'arrivoit pas par un tranſport effectif depuis le corps de l'aſtre, & que la lumiére* (1) *fût tonjours répanduë dans l'air, nous verrions clair la nuit... que la lumiére circuleroit comme le ſon, & que nous verrions un objet au-delà d'une montagne. Que nous n'aurions jamais un ſi beau jour, que dans une éclipſe centrale de ſoleil : car la lune preſſeroit entre nous & cet aſtre les* *M. de Voltair. Elém. ch. 1.*

(1) *Il faudroit dans l'hypothéſe du tranſport de la lumiére, que les raïons partis des globes long-tems auparavant, & de quelques-uns depuis plus de trente-ſix ans & demi, conſervaſſent, pendant toute la route, la régularité du cours des aſtres, pour n'agir ſur nos yeux que relativement aux mouvements antérieurs des ſphéres.*

globules de la lumiére, & ne feroit qu'augmenter leur action. La lumiére, en effet, eſt continuellement répanduë dans l'air pour certains animaux qui voient clair pendant la nuit : ce que pluſieurs hommes ont aſſuré d'eux-mêmes. Quelques-uns de ces animaux, dit-on, ſont privés de la lumiére pendant le jour, parce que leurs organes trop ſenſibles ſont alors offuſqués de ſon éclat. Pour nous, qui avons la vuë moins délicate, la lumiére eſt interceptée par tout ce qui met obſtacle à ſon action directe ou refléchie, & aux vibrations du corps lumineux, communiqués juſqu'à notre organe par des cônes que forment les files droites des globules contigus, ronds, & durs. A l'égard de l'éclipſe de ſoleil, lorſqu'il eſt totalement éclipſé par la lune, ou qu'il ſe trouve environ 18 degrés au-deſſous de notre horizon, au-delà deſquels la réfraction ne nous procure plus aucune file de matiére lumineuſe, que nous appellons crépuſcule ou aurore, ſes raïons devenus fort divergents à notre égard, raſent le globe de la lune ou celui de la terre comme des tangentes, & ne rencontrant aucun corps propre à les refléchir, ils ne nous peuvent apporter aucune lumiére.

Lorſque les Phyſiciens ont combattu

la ſphéricité des globules dans notre hypothéſe de la lumiére, on peut dire qu'ils l'ont attaquée par l'endroit le plus fort. C'eſt une grande & ingénieuſe découverte de des Cartes, d'avoir établi le principe général des réflexions de la lumiére, dans des corpuſcules ſphériques : ce qui eſt conſtaté par deux preuves ; l'égalité de l'angle de réflexion a l'angle d'incidence, principe néceſſaire & fondamental de toute (1) la catoptrique ; & la contiguité dans toute la longueur des files d'où dépend l'inſtantanéité de la lumiére, prouvée par la phyſique & l'aſtronomie. Si vous mettez à la file un très-grand nombre de corpuſcules pointus, quarrés, ronds, pyramidaux, ils ſe renverſeront les uns ſur les autres, les faiſceaux de lumiére n'auront aucune conſiſtance : ils ſeront incapables de tranſmettre d'une extrémité de la file à l'autre les vibrations du corps lumineux : d'un autre côté, des files compoſées uniquement de cubes, ſeroient trop inflexibles. Un cube heurté par un angle, s'il eſt ſoutenu par d'autres cubes, eſt incapable de ſe déplacer ni de céder ; au lieu qu'un globule, outre qu'il donne moins de priſe ſur lui, céde

(1) *La catoptrique eſt la ſcience de la réflexion des raïons de lumiére ; la dioptrique eſt la ſcience de leur réfraction.*

avec beaucoup de facilité ſoit en ſe déplaçant, ſoit en tournant ſur ſon centre. Il n'y a donc que des files de globules qui puiſſent nous tranſmettre la lumiére en un inſtant, ſuivre les loix de la Catoptrique, & ſe prêter aux mouvements de la fluidité de l'air. Les adverſaires de l'hypothéſe Cartéſienne, qui ont ſenti de quelle importance étoit cette figure de la matiére lumineuſe, ont fait touts leurs efforts pour la détruire. *La rondeur des globules*, ont-ils dit, *eſt inutile pour rendre l'angle de réflexion égal à l'angle d'incidence, s'ils ne rencontrent pas une ſurface polie: or la ſurface qui nous paroît la plus polie, un miroir fort uni par exemple, eſt par rapport aux globules lumineux, un amas de ſillons, d'interſtices, d'inégalités raboteuſes, comme nous pouvons aiſément nous en convaincre au moïen d'un microſcope. La ſphéricité de ces globules eſt donc inutile, puiſqu'ils ne tombent pas ſur un plan poli.* C'eſt comme ſi l'on prétendoit qu'une bale refléchie par la muraille d'un jeu de paume, ne fera pas un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence, parce que cette muraille n'eſt pas d'une ſeule pierre. Ne ſuffit-il pas qu'un ciment en rempliſſe toutes les fentes & les inégalités, pour en faire une ſurface platte? Il en eſt de même d'une glace de miroir

qui paroit fort raboteuſe au travers du microſcope, mais dont touts les interſtices, toutes les cavités ſont applanies par la matiére éthérée qui s'y inſinuë comme un maſtic ou comme un verni, en ſorte que le globule ſphérique y eſt refléchi de même que par une ſurface très-polie.

C'eſt abuſer de la géométrie que de faire les deux objections ſuivantes. 1. *Qu'il n'y a point de ſphéricité parfaite ; & que par conſéquent aucun corps ne pouvant toucher un plan par un point unique, ne doit être refléchi par un angle égal à celui d'incidence.* Car l'expérience ne nous permet pas de douter que les corps viſibles venant à toucher une ſurface platte par un point phyſique ou par une petite partie d'une ſurface convexe, ne ſoient refléchis de cette maniére. La 2. objection eſt *que le point de contingence appartient à une infinité de plans.* Mais qui ne voit qu'il s'agit uniquement du plan dur, du plan refléchiſſant, & non de touts les plans de matiére fluide qui le coupent en mille maniéres ? C'eſt une néceſſité de reconnoitre que la ſphéricité des globules peut ſeule donner des angles de réflexion (1) conformes à l'expérience, & que tou-

(1) *Cette réflexion des globules ſe fait avec tant de préciſion & de juſteſſe, que l'amas le plus informe de couleurs jettées confuſément ſur*

te hypothéſe de la lumiére, qui ne s'accorde pas avec cette réflexion catoptrique eſt inſoutenable.

Traité phyſiq. de la lumiér. ch. 1.

M. Baniéres objecte *que l'air ſe refléchit de telle ſorte que l'angle de réflexion eſt égal à l'angle d'incidence; que la preuve d'expérience s'en trouve dans des cabinets à ſecrets, tel que celui qu'on voit à l'Obſervatoire; cabinets qu'on peut appeller des miroirs acouſtiques. Que l'air cependant n'a pas une figure ſphérique, des Cartes lui-même lui attribuant des particules rameuſes, branchuës, irréguliéres.* Telle eſt, il eſt vrai, la forme des particules de l'air. Auſſi n'eſt-il point refléchi ſuivant des angles égaux aux angles d'incidence. Si cette réflexion étoit naturelle à l'air, on auroit ſans art des miroirs acouſtiques. Les cabinets à ſecrets conſiſtent dans certaines cavités ménagées pour porter le ſon à quelque diſtance comme des filets de pierres de taille dans les encognures d'une voute; & le ſon qui ſuit ces cavités, de même qu'un fluide ſuit ſa pente, va ſe rendre à un endroit éloigné, ſans ſe répandre dans un eſpace plus proche. On peut auſſi pratiquer des échos

un carton, mais avec les proportions néceſſaires & avec l'entente de la réflexion, fait paroitre, dans un miroir cylindrique, des figures réguliéres, le plus correctement deſſinées, & terminées parfaitement dans les contours de chaque partie.

artificiels, au moïen de corps fort durs qui répercutent ce qu'il y a de dur dans les particules du ſon : mais ces particules du ſon, qui ont intérieurement quelque dureté, ne ſont point refléchies ſuivant des angles égaux à ceux d'incidence, parce qu'elles ſont de figure irréguliére.

Les globules, qui compoſent la lumière Cartéſienne, dit M. Pluche, *ſont également durs & d'une matiére parfaitement homogéne. Des globules ſi parfaitement ſemblables doivent faire des impreſſions parfaitement ſemblables ſous la même impulſion du ſoleil. Or ſous une ſeule & même impulſion du ſoleil, un raïon de lumiére fait des impreſſions toutes différentes, & contient en ſoi des parties eſſentiellement différentes en couleur, en force, & en direction.* *Hiſt. du Ciel, liv. 2. ſect. 8.*

Cette objection, comme toutes les autres, tourne à l'avantage des globules de lumiére. Car puiſqu il n'y a de différence entre les raïons du ſoleil que celle qui eſt cauſée par leur perpendicularité ou leur plus ou moins d'obliquité, c'eſt une preuve qu'ils ſont d'une matiére & d'une figure parfaitement homogénes ; ce qui contribuë à démontrer leur dureté & leur rondeur. Il eſt conſtant que ſous une même impulſion du ſoleil, ſes raïons ſont parfaitement ſemblables. Quant aux différences objectées de couleur, de force

& de direction, (la force & la direction ne ſignifient ici que quelques différents degrés de réfrangibilité) elles ſont cauſées par les milieux qui rompent différemment & qui écartent plus ou moins les faiſceaux de lumiére, & par les ſurfaces des corps réfringeants ou refléchiſſants, comme nous l'établirons en traitant des couleurs.

Leçons de phyſiq. leçon 20. prop. 7.

M. de Moliéres trouve *dans la ſuppoſition que la réflexion des raïons de lumiére ſe fait, comme on le penſe vulgairement, d'une façon ſemblable à celle d'une bale ſur le plancher, qu'il y a cet inconvénient entre pluſieurs autres qu'il faut pour que l'angle de réflexion ſoit égal à l'angle d'incidence, que les particules du plan, ſur lequel ces raïons tombent, ſoient inébranlables par rapport aux molécules des raïons de lumiére: cas rare, ſur lequel on ne peut ſouvent compter en phyſique.* Mais les corps quoique très-minces, qui ſont capables de refléchir des raïons de lumiére, ſont inébranlables par rapport à eux, parce que ces corps ont beaucoup plus de maſſe; & il n'eſt pas douteux que toute réflexion de la lumiére aſſez forte pour devenir ſenſible, n'ait été faite par un plan immobile à l'égard des globules lumineux qui en ont été refléchis.

La dureté des globules n'a pas été

moins attaquée que leur contiguité & leur rondeur. *Il eſt évident*, dit Nieuwentyt, *par les loix des méchaniques & par la théorie de la percuſſion, que la force des projectiles, par rapport à la viteſſe & au choc, eſt dans la même proportion que leurs poids multipliés avec la longueur du chemin qu'ils font dans le même tems. Si la lumiére formoit donc le moindre corps ſolide, qui ne peſât que la dixiéme partie d'un grain, ce petit corps de lumiére, à raiſon de ſa viteſſe agiroit en heurtant notre vûe, avec la même force qu'un boulet de canon de douze livres. La force de la lumiére tuëroit donc touts les animaux, & détruiroit tout ce qui exiſte ſur la ſuperficie de la terre.* C'eſt à ceux qui ſoutiennent le tranſport ſucceſſif de la lumiére à répondre à cette objection, qui ne peut pas s'appliquer à des globules durs qui nous tranſmettent la lumiére par leur contiguité & non par leur viteſſe. Quel parti prend Nieuwentyt, après ces méditations ſur la nature de la lumiére ? Il ne ſe rend pas à ſon inſtantanéïté démontrée par toutes les réflexions qu'on peut faire à ce ſujet : il imagine un tranſport ſucceſſif de molécules fluides ; ce qui le jette dans deux abſurdités, puiſque 1. ces molécules ſont abſolument incapables de la viteſſe qu'il faut leur attribuer pour le tranſport de

De l'exiſt. de Dieu, liv. 3. ch. 2.

la lumiére ; & 2. que ſuivant ſes propres principes, ſi ces molécules arrivoient avec la viteſſe ſuppoſée, elles aveugleroient les animaux, & leur vuë ne pourroit ſoutenir la violence de cette percuſſion.

Venons à l'objection qui a frappé un grand nombre de Philoſophes, & qui a donné lieu d'imaginer des ondes, des tourbillons fluides, & des élaſticités de lumiére. Cette objection roule ſur le croiſement des raïons. *Les globules de des Cartes*, a dit Bernard, *ne s'accordent guéres avec l'expérience. On ne peut du moins par leur moïen, expliquer ce phénoméne : on reçoit ſur un miroir convexe mis dans le trou d'une chambre dans laquelle il n'entre d'ailleurs aucune lumiére, les raïons refléchis de pluſieurs corps colorés & illuminés, qui ſont au-dehors : touts ces raïons ſe réüniſſent, & perdent en quelque ſorte à leur réünion chacun leur couleur, pour ne former touts enſemble que du blanc. Après cette union, ils ſe ſéparent de nouveau, & peignent très-diſtinctement ſur du papier blanc touts les corps extérieurs colorés, chacun avec leur couleur particuliére ; & cela d'une maniére ſi exacte, qu'il n'y a point de peintre dans le monde, quelque habile qu'il ſoit, qui puiſſe les peindre ſi exactement.* L'expoſition de l'expérience a quel-

Républ. des lettr. ann. 1716.

que choſe d'obſcur qui devient captieux. Les raïons ne perdent point leur couleur, en traverſant le miroir ; ils ne forment point du blanc, & il ne ſurvient aucune ſéparation nouvelle après leur paſſage. La ſenſation de la vuë ne rapporte les couleurs qu'à la ſuperficie du corps qui refléchit les raïons de lumiére ; ces raïons n'ont aucune couleur, ni dans l'air ni dans leur paſſage au travers d'un corps tranſparent. Il ſuffit de s'être rappellé ces vérités inconteſtables & connuës de tout le monde. Les files des globules durs & contigus, ſemblables à de petits bâtons, ſe croiſent en tout ſens, parce qu'elles paſſent au-deſſus, au-deſſous, à droite, à gauche les unes des autres, ſans ſe confondre ni ſe détourner : le corps ſolide blanc qui les reçoit après le croiſement, renvoie par une ſeconde réflexion les mêmes couleurs ; les mêmes objets s'y tracent exactement. Quelle autre hypothéſe que celle des globules contigus & durs pourroit expliquer ce croiſement des raïons ſans ſe confondre ?

Cependant des vérités ſi claires, ou ne ſont pas venuës dans l'eſprit de nos Phyſiciens, ou ne leur ont pas agréé. Ils ont rejetté les globules durs & contigus ſur le principe de ce croiſement, qui ne peut être expliqué que par eux. *L'avan-*

tage des tourbillons fluides, ont-ils dit, *c'eſt de pouvoir tranſmettre différentes vibrations en divers lieux, de porter d'un côté le rouge & de l'autre le violet; comme l'air répand des ſons diſtingués dans toutes les parties d'un ſalon où l'on entend un concert. Les globules de des Cartes ne peuvent produire le même effet; leur dureté s'y oppoſe abſolument.* La lumiére & le ſon ont bien quelques analogies; mais les Philoſophes aujourd'hui les pouſſent trop loin, comme nous l'avons déja remarqué. On impute à la dureté des globules de des Cartes de ne pouvoir s'accorder avec un phénoméne, qu'elle ſeule peut expliquer. Voïons cependant de quelle maniére on a tâché de rendre raiſon du croiſement des raïons par des ondes & des élaſticités.

Hiſt. de l'Acad. des ſciene. ann. 1715. Elog. du P. Mallebr.

Un petit tourbillon, ſuivant la penſée du P. Mallebranche, *peut recevoir à la fois une infinité de preſſions différentes, ce que ne pourroit pas un corps dur; & par conſéquent, une infinité de raïons différemment colorés peuvent paſſer par le même point phyſique, ſans ſe détruire & ſans s'altérer.* Il eſt inconcevable que le petit tourbillon, ſuppoſé au centre de toutes ces lignes qui ſe croiſent, ait aſſez d'étenduë pour recevoir à la fois cette quantité de preſſions differentes: & il eſt, s'il

ſe peut, encore plus abſurde qu'il les diſtingue toutes, & qu'en conſéquence de toutes ces preſſions, il tranſmette aux lignes oppoſées le mouvement, la couleur, les images contenuës dans la ligne contraire.

Lorſqu'une boule, dit M. de Moliéres, *ſera au centre de pluſieurs files de boules égales, chacune de ces files étant frappée par un de leurs bouts ou par leurs deux bouts, tous ces mouvements pourront ſe croiſer ſans ſe détruire : dont la raiſon phyſique eſt que la boule aïant de l'étenduë, elle peut faire reſſort de toute part ; & n'étant pas obligée de ſortir de ſa place, rien n'empêche qu'elle ne puiſſe tranſmettre tous ces divers mouvements dans les boules qui l'environnent, & qui n'ont pas beſoin non plus qu'elle, de ſortir de leur place pour produire cet effet, & demeurent en repos, lorſque les reſſorts de la boule voiſine agiſſent contr'elle.* *Leçons de phyſiq. leçon 18. prop. 3.*

Si un grand nombre d'ondulations ſe croiſent, elles viennent bientôt à s'abſorber mutuellement & à ſe détruire ; & il eſt impoſſible méchaniquement qu'un petit tourbillon fluide ait cette élaſticité ; de même qu'il n'eſt pas méchaniquement moins impoſſible qu'un petit tourbillon fluide, en ſuppoſant cette élaſticité, & ſe trouvant comprimé & affaiſſé en plu-

ſieurs parties de ſon étenduë à la fois, tranſmette à une trés-grande quantité de fibres lumineuſes les mêmes impreſſions par le rétabliſſement de ſa ſurface dans ſon premier état.

M. Baniéres, qui emploie à la vérité dans l'hypothéſe de la lumiére des globules durs, mais dont il rapporte l'effet à leur élaſticité, & non à leur contiguité, eſtime que *lorſque pluſieurs raïons ſe croiſent, c'eſt un même globule, qui par ſon reſſort mis en jeu différemment, tranſmet la diverſité des objets & des couleurs.*

Trait. phyſiq. de la lumiér. ch. 2. ſect. 1.

Quoi ? Parce qu'un globule d'une extrême petiteſſe, qui eſt au centre de pluſieurs lignes qui ſe croiſent, eſt comprimé à la fois dans un grand nombre de parties de ſa ſurface ; qu'il reçoit un choc d'un côté qui fait qu'à l'oppoſite il repouſſe une autre file de corpuſcules, & que dans toutes ces preſſions & répulſions, le petit globule fait reſſort de toute part, ſa ſurface étant enfoncée & ſe rétabliſſant par touts les petits coups qu'il reçoit & qu'il donne ; ce globule, au moïen de cette élaſticité, tranſmettra, dans toutes les files correſpondantes les unes aux autres, les mêmes vibrations, les mêmes mouvements, la même diſpoſition à exprimer des figures d'objets & à tracer des couleurs ? Non,

jamais penſées ne furent moins phyſiques, ni plus oppoſées au méchaniſme, que cette tranſmiſſion de lumiéres, de mouvements, de couleurs, ſans ſe confondre, par un ſeul tourbillon fluide ou globule élaſtique, au centre des files lumineuſes contraires les unes aux autres: & ſi l'on ſe propoſe de donner une explication du croiſement qui ſoit réellement concevable, il faut en revenir aux files droites des globules contigus, durs, & ſphériques, qui paſſent à côté les unes des autres ſans ſe détourner ni ſe confondre.

C'eſt le P. Mallebranche, qui a imaginé le premier cette tranſmiſſion de la lumiére & de touts ſes effets différents, par un ſeul tourbillon fluide au centre des files lumineuſes qui ſe croiſent. *Comme il eſt certain*, dit-il, *que touts les raïons ſe croiſent ſans ceſſe, ſans ſe confondre & ſe détruire, il eſt évident que leur action ne conſiſte point dans le mouvement direct des petits tourbillons, mais uniquement dans la preſſion qu'ils reçoivent des objets lumineux & éclairés, & qu'ils leur rendent promptement par leur force centrifuge. Car un tourbillon ne peut ſe mouvoir en même tems de touts côtés, en même tems.* Ce raiſonnement eſt d'une obſcurité impénétrable; & l'évidence ne lui appar-

16. *Eclairciſſ. ſur la rech. de la vér.*

tient pas davantage, qu'il appartient à l'élaſticité d'un tourbillon fluide, placé au centre des files lumineuſes qui ſe croiſent, d'avoir la faculté de diſperſer en même tems de touts côtés, une grande multiplicité de figures d'objets, de différentes couleurs, & de tableaux d'une correction de deſſein achevée, le tout ſans confuſion.

Une opinion ſi abſurde a été adoptée par les plus ſçavants Phyſiciens. *Ce qu'il y a principalement à conſidérer*, dit Rohault, *& qui léve la difficulté, c'eſt que la lumiére ou la couleur ne conſiſte pas tant dans un mouvement actuel, que dans une inclination à ſe mouvoir ou dans un preſſement: car il eſt aiſé de comprendre qu'un même point de matiére peut tranſmettre une infinité d'actions toutes diverſes ſans qu'elles ſe confondent.* Mais loin que cela ſoit aiſé à comprendre, on ne peut regarder cette explication, que comme une abſurdité inconcevable; & la ſeule explication qui puiſſe être admiſe, eſt le croiſement des raïons lumineux, comme d'autant de petits bâtons, en ſorte que dans l'eſpace où ce croiſement ne pourroit pas avoir lieu, la lumiére ni les couleurs ne pourroient être tranſmiſes.

Rohault, part. 1. phyſiq. ch. 27.

Sans nous arrêter davantage à une hypothéſe qui ſe réfute d'elle même,

répondons ſeulement à une objection tirée de l'impénétrabilité de la matiére contre l'explication que nous venons de donner du croiſement des raïons. *Toutes les files de lumiére*, dira-t-on, *venant à ſe rencontrer dans le croiſement ſuivant des directions contraires, il faut qu'elles ſe pénétrent ou qu'elles ſe choquent. Une propriété de la matiére, reconnuë de touts les Philoſophes, rend ces files impénétrables: il reſte donc qu'elles ſe choquent, or leur choc emporte néceſſairemont ſoit leur confuſion, ſoit leur rejailliſſement en ſens contraires.* J'avoue qu'une hypothéſe doit ſatisfaire à toutes les loix du mouvement: mais aucune de ces loix n'eſt enfrainte ici. Les files de lumiére ne ſe pénétrent ni ſe choquent, puiſqu'elles paſſent en deſſus, en deſſous & à côté les unes des autres dans touts les ſens imaginables: ce que l'extrême tenuité & délicateſſe de ces files permet aiſément dans un petit eſpace. Si quelque file vient à en choquer une autre à plomb, il n'eſt pas douteux que ſuivant les loix du mouvement elles ne ſe repouſſent en ſens contraires: c'eſt autant de perdu pour le raïon de lumiére; mais la répercuſſion eſt trop foible pour le détourner, & la perte trop légére pour l'affoiblir.

Je ne connois aucune difficulté à la-

quelle cette hypothéſe ne ſatisfaſſe entiérement. On raiſonne autrement dans la philoſophie de Newton ; je vais citer les paroles d'un Newtonien, qui par la réputation de ſon génie fait (1) honneur à la ſecte : *le myſtére de la lumiére reflé-chie* (1) *du milieu des pores & de deſſus les ſurfaces ſans toucher aux ſurfaces, a des profondeurs que les loix de l'attraction ne peuvent ſonder : il n'y a qu'un charlatan qui ſe vante d'avoir un reméde univerſel ; & ce ſeroit être charlatan en philoſophie, que de rapporter tout ſans preuve, à la même cauſe. Cette même force d'eſprit, qui a fait découvrir à Newton le pouvoir de l'attraction, lui a fait avoüer que ce pouvoir eſt bien loin d'être l'unique objet de la nature. . . . . Il y a ſurtout des vibrations de raïons, des jets alternatifs de la lumiére allant & venant ſur les corps, que la gra-*

M. de Volt. élém. de la phyloſ. de Newt. ch. 10.

(1) Invenies etiàm disjecti membra poëtæ. *Hor. Le Cartéſianiſme a déſormais de quoi ſatisfaire une imagination vraie & brillante.*

(2) *Il ne ſe fait aucune réflexion par l'air, moins encore par le vuide, au-delà du priſme. Si un raïon coloré traverſe l'eau ou l'air, & ne traverſe pas un eſpace vuide d'air groſſier, c'eſt que les parties de ce raïon ſont contenuës dans leur état par la preſſion de l'eau ou de l'air ; au lieu que ce raïon, déja fort afoibli par la réfraction qu'il a ſouffert, s'éteint, pour ainſi dire, ou ſe diſſipe dans un eſpace vuide d'air groſſier, comme la flamme d'une bougie.*

vitation n'expliqueroit pas : mais ces nouvelles difficultés, c'est Newton lui-même qui les a créées. Non-seulement il a découvert les mystéres que la gravitation développe, mais il en a trouvé qu'elle ne développe pas. Ces jets alternatifs de la réflexion de la lumiére sont un de ces secrets de la nature, dont il est bien étonnant que les yeux humains aïent pu s'appercevoir. Laissons à Newton cet avantage d'avoir fourni abondamment de quoi ruiner & anéantir sa propre philosophie. Les Physiciens, dans la secte Cartésienne, raisonnent bien différemment. Nulle explication, vous diront-ils, ne doit être admise dans la Physique, si elle se trouve en défaut à l'égard d'un seul phénoméne. Toute hypothése, qui ne satisfait pas à tout ce qui demande d'être expliqué par elle, ne mérite que d'être rejettée. Toutes les vibrations de raïons, touts les jets de la lumiére viennent se ranger sous les loix de l'impulsion, & d'une philosophie corpusculaire. Nous admettons, à la vérité, des corpuscules & des ressorts imperceptibles, mais ce n'est jamais que pour les emploïer à la maniére des corps & des ressorts sensibles, & de telle sorte que la même hypothése puisse être appliquée à touts les phénoménes. Nous ne nous sommes pas écartés de ces principes dans

l'explication de la lumiére : ceux que nous avons établis ſatisfont à tout, & ſont les ſeuls qui ſatisfaſſent à tout.

Voilà donc, ſuivant les principes de des Cartes, une hypothéſe ou plûtôt une démonſtration complette de la matiére lumineuſe, de ſes qualités, de ſa propagation, de ſes effets. Cet élément rare & ſubtil eſt le principal inſtrument des bienfaits de la nature, il porte partout la fécondité, il anime toutes les parties de l'univers : il eſt la cauſe du plus grand nombre des phénoménes ; & ceux qui n'en dépendent pas immédiatement, ſeroient inconnus ſans lui. Mille expériences d'Aſtronomie, de Phyſique & de Catoptrique aſſurent la vérité des deux principes ſur leſquels eſt établie l'eſſence & la propagation de la lumiére : j'entends ces deux mêmes principes ſur leſquels j'ai inſiſté ſi ſouvent, de l'inſtantanéité de la lumiére, & de l'égalité de l'angle de réflexion du raïon lumineux à l'angle d'incidence. Les deux principes concourent également à prouver la néceſſité d'un mouvement de vibration des files droites de globules contigus, ſphériques, & durs. On ne doit pas entendre par cette dureté, une dureté parfaite qui n'exiſte pas phyſiquement, mais une dureté qui au moïen des globules contigus donne l'excluſion

l'excluſion à toutes les compreſſions & élaſticités ſucceſſives dans la propagation de la lumiére. Car ſi elle eſt répandue par des élaſticités, il faut que chaque globule, pour faire reſſort, ſoit comprimé & qu'il comprime à ſon tour. Chaque globule eſt ſuppoſé avoir deux reſſorts, l'un du côté qu'il reçoit l'impulſion, l'autre du côté qu'il la tranſmet; & chaque reſſort renferme deux choſes qui ſe ſuccédent, d'abord l'applatiſſement, le reculement des parties, & enſuite leur rétabliſſement. Il arrive donc dans l'hypothéſe d'une tranſmiſſion de la lumiére par des élaſticités ſucceſſives, quatre commotions élaſtiques dans chaque globule: ſa ſurface céde & s'enfonce, & enſuite ſe rétablit du côté du corps lumineux d'où vient l'impulſion, & le même effet s'opére du côté de l'œil de l'obſervateur où l'impulſion eſt tranſmiſe. Objet digne des grands calculateurs de la Phyſique, de ſupputer le nombre de ces commotions élaſtiques, à raiſon de quatre commotions par chaque globule (dont le diamétre eſt environ la milliéme partie du diamétre d'un cheveu) dans une file de ces globules depuis l'œil de l'obſervateur juſqu'aux étoiles fixes de la ſixiéme grandeur! Et lorſque par ce calcul, on connoîtra avec préciſion le

nombre de ces commotions alternatives & des inſtants ſucceſſifs qui leur répondent, on pourra ſe former une idée juſte du tems que demanderoit la propagation de la lumiére par des élaſticités.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1716.

Saturne étant éloigné du ſoleil de trois cents trente millions de lieuës, la lumiére qui part du ſoleil, & qui eſt reflé-chie par Saturne, a non ſeulement cet eſpace à parcourir, mais encore tout celui qui eſt entre Saturne & nous, qui eſt augmenté de toute la diſtance qui eſt entre le ſoleil & la terre, lorſque le ſoleil eſt entre Saturne & la terre. Cette réflexion de lumiére doit être conçuë, au moïen de la vibration par le ſoleil des files contiguës de globules ſphériques & durs, dont une extrémité porte ſur le ſoleil & l'autre extrémité ſur Saturne, & du contrecoup des globules qui ſont à l'extrémité de ces files, qui étant repercutés par Saturne, bondiſſent ſur ſa ſurface, en ſorte qu'une vibration reflé-chie eſt imprimée aux files contiguës de globules ſemblables, qui s'étendent depuis Saturne juſqu'à la terre.

Nous appercevons quelque effet de la réflexion des raïons du ſoleil par le globe terreſtre ſur la lune : car lorſqu'elle eſt dans ſon décours ou dans ſon croiſſant, nous voïons confuſément tout le corps

de l'astre ; dont la cause est que le globe lunaire nous renvoie, par une seconde réflexion, les raïons du soleil que notre globe a refléchis sur la lune.

Pour faciliter la communication & les écoulements de matiére entre les tourbillons, des Cartes les arrange de maniére que les équateurs des uns répondent aux pôles des autres, parce que la matiére a plus de force pour s'échaper par l'équateur, & plus de facilité à pénétrer par les poles. Mais cette disposition n'est pas nécessaire. Le premier élément traverse bien sans cela les tourbillons : & quoique les étoiles soient vuës des tourbillons les plus éloignés, la matiére globuleuse ne les traverse pas. Les files contiguës de globules tournent avec leurs sphéres : elles sont donc interrompuës à chaque circonférence de tourbillon. Elles y reçoivent les vibrations du corps lumineux par l'extrémité des files contiguës de globules durs & sphériques du tourbillon prochain ; en sorte que ces vibrations du corps lumineux se transmettent d'un tourbillon dans un autre, sans qu'il y ait aucun transport effectif de la matiére lumineuse.

Cartes. princip. part. 3.

Les mêmes principes conduisent à l'explication des couleurs. Si la superficie des corps refléchit une très-grande quan-

Différents systêmes sur les couleurs.

tité de globules du ſecond élément, en ſorte que les files lumineuſes ſoient plus ſerrées les unes contre les autres par la réflexion, les corps paroiſſent blancs, & ces globules condenſés rendent leur couleur ébloüiſſante. Si le corps, percé comme un crible de beaucoup d'interſtices, reçoit dans toute ſa ſurface les globules du ſecond élément, il abſorbe en quelque façon la lumiére, & ſa couleur eſt très-noire.

Le corps noir, qui admet dans ſes pores une grande quantité de globules du ſecond élément, reçoit plus de chaleur des raïons du ſoleil, que le blanc qui les repouſſe, & l'impreſſion qui ſe fait à la longue par ces raïons, ſur la ſuperficie des corps qui leur ſont expoſés, change leur couleur blanche en une couleur noire. Boyle aïant fait un grand miroir ardent de marbre noir, il ne put faire bruler à ſon foyer un morceau de bois, quoiqu'il exposât longtems le miroir aux raïons du ſoleil. Au contraire, les meilleurs miroirs ardents ſont ceux qu'on fait d'un métail blanc.

Eſſai de phyſiq. ch. 26. ſect. 975.

L'hiver blanchit les liévres de Suéde & du Canada, & on doit à la rigueur du froid la blancheur des hermines. Le froid exceſſif qui reſſerre les pores de la peau, & les petits tuyaux du poil de ces

animaux, empêche les ſucs d'humecter le poil, qui étant deſſéché a ſes parties inſenſibles plus condenſées, plus élaſtiques, plus propres à refléchir de touts côtés les globules du ſecond élément. C'eſt par le même principe que l'âge répand la blancheur ſur les cheveux, lorſque la peau devient plus dure dans le corps humain, & laiſſe un paſſage (1) moins libre aux ſucs pour s'inſinuer dans les cheveux, qui ſouvent même, faute de nourriture, tombent entiérement & laiſſent la tête chauve.

Ariſtote parlant des cheveux blancs, n'en explique pas la cauſe, mais il dit *qu'elle eſt la même qui fait que quelques hommes & quelques chevaux ont un œil bleu, & l'autre de couleur différente*, nous laiſſant à deviner ce qui peut produire deux effets, qui paroiſſent n'avoir aucune relation l'un avec l'autre. *Ariſtot. lib. 5. de generat. animal. c. 1.*

Les anciens ont connu que la couleur n'étoit pas dans les objets, & qu'elle n'étoit qu'une réflexion de la lumiére. *La nuit ôte la couleur aux objets* (2), ſuivant Virgile. Les corps ne ceſſent ja-

(1) *Si vous regardez un cheveu avec un bon microſcope, vous le voyez comme un conduit creux dont la cavité vous paroît très-propre à laiſſer paſſer un fluide d'un diamétre conſidérable.*

(2) . . . & rebus nox abſtulit atra colorem. *Virgil.*

ceſſent jamais d'être colorés, c'eſt-à-dire, que la réflexion de la matiére lumineuſe n'eſt jamais entiérement ſuſpenduë; mais l'effet en eſt imperceptible par la foibleſſe de l'impreſſion, lorſque le ſoleil éclaire l'autre hemiſphére.

Démocrite avoit dit anciennement, que les atomes n'ont par eux-mêmes aucune couleur; & Ariſtarque enſeignoit que la couleur eſt la lumiére qui tombe ſur les corps.

Les Phyſiciens donnent des explications fort différentes à cette modification de la lumiére. Dans l'hypothéſe Carté- ſienne qui eſt généralement abandonnée, les couleurs ſont produites par le rapport du mouvement droit des globules & de leur mouvement circulaire ſur leur centre. Si le mouvement circulaire eſt beaucoup plus promt, la couleur eſt rouge; ſi le mouvement circulaire n'eſt qu'un peu plus promt, c'eſt le jaune. Le mouvement droit, au contraire, eſt-il beaucoup plus rapide? c'eſt le bleu; n'eſt-il qu'un peu plus fort? c'eſt le verd. On a objecté à cette hypothéſe qu'il eſt impoſſible qu'une ſphére, qui tourne ſur ſon propre centre, faſſe un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence: mais l'objection roule ſur un principe faux & contraire aux expériences les plus commu-

Des Cart. météor. c. 8.

nes, ſuivant leſquelles une bille ſur un billard ou une boule dans un mail, qui tournent ſur leur centre, font conſtamment l'angle de réflexion égal à l'angle d'incidence, lorſqu'elles rencontrent obliquement une ſurface polie qui les repouſſe ſans leur céder. L'objection péremptoire de l'hypothéſe Cartéſienne a été propoſée par Mariotte en ces termes : *Ce n'eſt point la boule à qui le tournoiment ſeroit imprimé par la ſurface du corps coloré qui produit le rouge à dix ou douze piés de cette ſurface, parce que cette boule (ſuivant des Cartes même) n'a point de mouvement de tranſport, & qu'il faudroit qu'elle donnât ſa tendance au mouvement en rond à ce qu'elle touche, & cette ſeconde à une troiſiéme, &c. ce qui eſt impoſſible : car la premiére boule touchant la ſeconde la fera piroüetter en un autre ſens, & cette ſeconde boule s'appuïant ſur trois ou quatre autres, ne donnera pas à chacune d'elles une tendance à tournoïer de même ; & ainſi il arriveroit que s'il paroiſſoit du rouge à une diſtance de dix piés, il paroitroit une autre couleur à une diſtance moindre ou plus grande.* *Mariot. part. 1. des coul. expér. 3.*

Suivant le P. Mallebranche, les couleurs conſiſtent dans les vibrations de la lumiére plus ou moins promtes. Mais comme une ſuperficie colorée ne commu- *Mallebr. 12. entret. métaph.*

nique par elle-même aucunes vibrations au raion lumineux qu'elle ne fait que refléchir, il faut entendre par ces vibrations plus ou moins promtes, une réflexion plus ou moins forte, qui ne produit pas la diverſité des couleurs à quoi elle ne contribue même pas, ſon effet ſe réduiſant à communiquer plus ou moins d'éclat à la couleur dont la détermination a une autre cauſe. Inutilement le P. Mallebranche compare-t-il les couleurs au ſon, en diſant, *que comme la grandeur du ſon vient du plus ou du moins de force des vibrations de l'air groſſier, & la diverſité des tons du plus ou moins de promtitude de ces mêmes vibrations : la force ou l'éclat des couleurs vient donc auſſi du plus ou moins de force des vibrations, non de l'air, mais de la matiére ſubtile ; & les différentes eſpéces de couleurs du plus & du moins de promtitude de ces mêmes vibrations.* Le P. Mallebranche devoit parler des vibrations de la matiére globuleuſe, non de la matiére ſubtile ; il eſt important de diſtinguer ces deux éléments. La propagation du ſon par les ondes d'un air groſſier n'a aucune analogie avec les files droites & contigues de la matiére lumineuſe, ni avec ſa réflexion par les corps colorés : & cette comparaiſon ne donne aucune vraiſem-

Le P. Mallebr. 16. éclairciſſ.

blance à l'opinion du P. Mallebranche de l'origine des couleurs.

Le ſyſtême Newtonien ſur les couleurs établit pour principe général, que ce ne ſont pas les objets qui colorent les raïons, mais que ce ſont les raïons qui colorent les objets ; il y a dans la lumiére ſept eſpéces de raïons ; & chaque eſpéce porte ſa couleur, qui eſt invariable. Ces couleurs ſont, rouge, orangé, jaune, verd, bleu, indigo, violet. Elles ſont rangées proportionnellement aux ſept tons de muſique, repréſentés par autant d'intervalles, dont le premier répond au rouge, le ſecond à l'orangé, le troiſiéme au jaune, le quatriéme au verd, le cinquiéme au bleu, le ſixiéme à l'indigo, le ſeptiéme au violet. Les Newtoniens alléguent comme une démonſtration de ces principes les expériences qui ſont décrites dans l'Optique de Newton, faites avec le priſme qui eſt un verre triangulaire. *Neuvt. Optiq. liv. 1. part. 2 prop. 6.*

Rendez une chambre obſcure & inacceſſible à toute lumiére ; par l'ouverture d'un volet d'un quart de poulce de diamétre, recevez-y un raïon du ſoleil ; préſentez à ce raïon le côté d'un priſme. Le faiſceau de lumiére ſe rompt & ſe partage en pluſieurs autres, de maniére que ſept couleurs diſtinctes vont s'étaler ſur

une ſuperficie blanche dans l'ordre marqué ci-deſſus, où le raïon rouge eſt celui qui ſouffre une moindre réfraction, ou qui s'écarte le moins de la ligne droite. Mais les expériences mêmes du priſme, qui ne ſont pas nouvelles, ont été trouvées contraires aux propoſitions de Newton, dont voici les principales.

Optiq. liv. 1. part. 2. prop. 2. *Toute lumiére homogéne a ſa couleur propre, qui répond à ſes degrés de réfrangibilité: & cette couleur ne peut être changée ni par réflexion ni par réfraction.*

Optiq. liv. 1. part. 1. prop. 1. & prop. 3. *Les raïons de lumiére, qui différent en couleurs, différent auſſi en degrés de réfrangibilité. La lumiére du ſoleil eſt compoſée de raïons différents en réflexibilité; & les rayons qui ſont plus réfrangibles que les autres, ſont auſſi plus réflexibles.*

Optiq. liv. 2. part. 3. prop. 5. Newton eſt d'avis que cette différende couleurs & de réfrangibilités inhérentes aux raïons eſt cauſée par le plus ou moins de groſſeur des molécules; que le raïon rouge le moins réfrangible, c'eſt-à-dire, qui en changeant de milieu s'écarte le moins, a ſes molécules plus groſſes; que le violet le plus réfrangible a les ſiennes plus minces & plus déliées que touts les autres.

Le blanc réſulte du mélange des ſept couleurs principales; & les corps paroiſſent différemment colorés, ſuivant qu'ils

refléchiſſent une plus grande quantité de raïons d'une certaine eſpéce, tandis que les interſtices de ces corps tranſmettent la plûpart des autres raïons ou qu'ils les abſorbent.

Du Fay a fait diſparoitre le rapport harmonique des couleurs. Dans l'aſſemblée publique de l'Académie des Sciences du 12. Novembre 1738. il lut un mémoire, par lequel il réduiſoit de ſept à trois les couleurs primitives qui entrent dans la compoſition de la lumiére. Il expoſoit dans ce diſcours, qu'après avoir répété pluſieurs fois toutes les expériences rapportées dans l'Optique de Newton, il s'étoit convaincu qu'il n'y avoit d'admiſſibles dans la lumiére du ſoleil que trois couleurs primitives, le rouge, le jaune, & le bleu. Il prétend qu'avec ces trois couleurs on fait du blanc, que le rouge & le bleu doivent être en petite quantité par rapport au jaune. Il remarque qu'avec du rouge & du jaune on fait l'orangé, qu'avec du jaune & du bleu on fait le verd, que l'indigo & le violet ne ſont que des nuances du bleu.

Suivant les anciens mémoires de l'Académie des Sciences, le blanc & le noir ne ſont pas proprement des couleurs, parce que le blanc (1) n'eſt qu'une lu-

Anc. mémoir. de l'Acad. des Scienc. t. 1. p. 163.

(1) *C'eſt plûtôt le jaune, la couleur propre du*

miére ſimple ſans autre modification, & le noir une privation de lumiére. Il ne reſte que deux couleurs primitives & véritables, le rouge & le violet : le jaune eſt un rouge diminué, & le bleu un violet affoibli ; le verd un mêlange du jaune & du bleu. Le rouge qui tient du bleu, comme le colombin, le pourpre, le cramoiſi, eſt moins rouge que celui qui tient du jaune, comme le couleur de feu, l'orangé : entre les deux eſt le rouge parfait. Cette production des couleurs par le mélange eſt une choſe mille fois éprouvée, qui détruit les couleurs primitives du ſyſtême Newtonien, & leur arrangement harmonique.

M. l'Abbé Nolet eſt d'avis qu'il n'y a proprement que quatre couleurs primitives, rouge, citron, bleu, violet, & quatre réfrangibilités principales : ce qui montre que tout cet arrangement eſt purement arbitraire, & n'a en ſoi aucune réalité.

Mémoir. de Trév. Avril 1739. Le P. Caſtel, qui a fort approfondi cette partie de la Phyſique, donne le

ſoleil & de touts les aſtres lumineux par eux-mêmes, qui eſt la lumiére dans l'état le plus naturel. Si la flamme paroit blanche, c'eſt qu'agiſſant de plus près, elle pouſſe contre l'œil, par ſes vibrations, des files globuleuſes, plus condenſées.

bleu pour la couleur fondamentale du rouge & du jaune, nommant néanmoins ces trois couleurs primitives, après leſquelles il en admet cinq ſecondaires, ſçavoir les trois mêmes qu'il a qualifiées primitives, & de plus le verd & le violet : & il ajoute qu'au delà de ces cinq couleurs, il n'y a qu'équivoque dans touts les autres degrés de coloris. Il trouve ſes expériences ſi différentes de celles de Newton, *qu'elles le font douter s'il eſt poſſible que le philoſophe Anglois ait jamais manié le priſme.* Newton compte ſept raïons colorés ſortants du priſme : le P. Caſtel n'en trouve que quatre, un rouge & un jaune, un violet & un bleu. Suivant Newton, tout eſt coloré entre le rouge & le violet : dans l'expérience du P. Caſtel, tout l'entre-deux eſt blanc. Dans l'Optique de Newton, les ſept raïons ſortent de points différents du priſme, les uns à côté des autres ; dans l'Optique du P. Caſtel, le bleu & le violet ſortent du même point, le rouge & le jaune ſortent auſſi d'un ſeul. *Le verd, qui ne ſort point immédiatement du priſme, & qui ne ſe forme que par le concours du jaune & du bleu, n'a point d'angle de réfrangibilité, n'en aïant point de réfraction : cependant Newton dans ſon optique a obſervé, meſuré, & qui pis eſt, aſſigné & calculé*

Le P. Caſtel, Optiq. des coul. p. 417. & ſuiv.

cet angle. Le jaune & le bleu donnent le démenti le plus formel au ſyſtême Newtonien, ſuivant lequel l'angle de réfrangibilité & de réfraction du jaune eſt plus petit que celui du bleu, au lieu qu'il eſt réellement beaucoup plus grand. Le P. Caſtel donne une gamme de couleurs fort diférente de la Newtonienne : comme les tons entiers ſe partagent en demis tons, & que les cinq tons entiers de la gamme muſicale, y compris les deux demis tons naturels, font douze demis tons, *l'ut* naturel, *l'ut* diéze, le *re*, le *re* diéze, le *mi*, le *fa*, le *fa* diéze, le *ſol*, le *ſol* diéze, le *la*, le *la* diéze & le *ſi* : il trouve pareillement douze demies couleurs ou demies teintes, & il ſoutient qu'il ne peut y en avoir davantage. Ces couleurs ſont le bleu, le céladon ou bleu verdâtre, le verd, l'olive ou verd jaunatre, le jaune, l'aurore, l'orangé, le rouge, le cramoiſi, le violet, l'agathe ou violet bleüatre, & le violant ou bleu tant ſoit peu ardent. La marche des ſons ſe fait dans un cercle, & comme ils ſont touts ſortis de l'ut, leur progreſſion les y raméne ; *ut*, *mi*, *ſol*, *ut* ou *ut*, *re*, *mi*, *fa*, *ſol*, *la*, *ſi*, *ut* : les couleurs forment de même leur progreſſion dans un cercle ; & comme le cercle commence au bleu, il y finit pareillement. Le P. Caſtel s'eſt propoſé de

nombrer & de réduire en régles & en principes toutes les couleurs poſſibles à la nature & à l'art. Pour réſoudre ce problême, il a penſé qu'il falloit trouver le nombre des ſons poſſibles dans la muſique depuis le plus grave juſqu'au plus aigu. Le premier eſt rendu, ſuivant ſon opinion, ou repréſenté par un tuyau d'orgue de 64. piés. *C'eſt*, dit-il, *un principe conſtant d'expérience & de pratique, qu'un tuyau, qui n'eſt que moitié d'un autre, fait ſon octave juſte en montant, & qu'ainſi on n'a qu'à compter par moitié depuis 64. piés juſqu'à une ou deux lignes* Ce qui donne 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1 piés, 6. poulces, 3 poulces 18. lignes, 9, 4 & demie, deux & un quart, & une ligne encore ſi l'on veut. D'où réſultent douze ou treize octaves de ſons poſſibles, qu'on peut fixer à douze ſuivant cette maxime qu'on ne va jamais dans la pratique auſſi loin qu'on peut aller. Il eſt d'avis qu'il y a de même 144. couleurs poſſibles (1) entre le noir & le blanc. Ce ſeroit peut-être le

Mémoir. de Trév. Juin 1740. part. 2.

(1) *Le P. Caſtel compte juſqu'à cinq cents degrés de fauſſes couleurs, appellant couleurs fauſſes ou ſales toutes celles où la troiſiéme couleur primitive entre dans le mélange des deux autres. Il a formé le deſſein d'un cabinet univerſel de coloris & de clair obſcur, en ſorte que quelque couleur qui ſe préſentât dans la nature ou dans les ouvrages de l'art, on en trouveroit ſur le*

cas d'appliquer cette autre maxime, qu'il s'en faut beaucoup que la pratique n'aille auſſi loin que l'imagination d'un ſçavant. Ces tuyaux d'orgues de 64. piés à une extrémité & d'une ligne à l'autre paroiſſent un peu ſuſpects ; de même que ce rapport précis de 144. ſons & de 144. couleurs. Quoiqu'il en ſoit, cette théorie & encore plus les expériences du P. Caſtel détruiſent entiérement les qualités, le nombre, les rapports, & l'arrangement des couleurs Newtoniennes.

Rizzettus, de luminis affectionib. præfat. & lib. 1. c. 2. & 3.

M. Rizzetti n'a pas attaqué moins directement tout le ſyſtême Newtonien des couleurs. Il remarque les effets oppoſés du priſme & du verre lenticulaire, qui ne peuvent, dit-il, ſe concilier avec les principes de Newton : & il aſſure que par les expériences qu'il a faites, il a trouvé que la réfrangibilité des raïons étoit égale ; que toute la théorie de Newton des couleurs eſt réfutée par les expériences du philoſophe Anglois, en y changeant quelques circonſtances.

champ la pareille, dont on connoitroit le genre, l'eſpéce, le degré, le charactére, la compoſition ; & l'on pourroit l'imiter avec toute la préciſion poſſible. Tout conſiſte dans quelques milliers d'échantillons de tout degré de coloris & de clair obſcur, dont l'aſſortiment formeroit une ou pluſieurs piéces de tapiſſeries. Mémoir. de Trév. Juin 1740. part. 2.

Pour prouver que chaque raïon eſt teint par lui-même d'une couleur qui lui eſt propre, les Newtoniens inſiſtent ſur ce que les raïons, au ſortir du priſme, où ils n'ont du contracter aucune couleur, & qui n'a fait que les ſéparer, vont tracer ſur une ſuperficie blanche des couleurs différentes; qu'il faut donc que ces couleurs fuſſent dans le raïon même; & que par conſéquent la couleur eſt inhérente aux petits faiſceaux de la lumiére, & qu'elle n'eſt point une modification cauſée par la ſuperficie qui les refléchit. *Ces raïons*, ajoutent-ils, *ne peuvent jamais changer de couleur. Faites au papier une petite ouverture, qui ne laiſſe paſſer qu'une eſpéce de raïon, qui porte, par exemple, le rouge ou le violet, rompez de nouveau ce raïon avec un ſecond priſme, un troiſiéme, faites-les tourner ſur leurs axes; le raïon différemment rompu, refléchi différemment, préſente toujours la même ſorte de couleur.* Si vous le faites paſſer par un verre lenticulaire, il conſerve encore la même couleur & la même réfrangibilité. Mais cette perſévérance du raïon dans une même couleur eſt niée par Mariotte, qui nous a donné le détail très-circonſtancié d'expériences contraires.

Il y a des expériences, dit cet excellent Phyſicien, *qui ne peuvent convenir à*

Mariot. des couleurs, part. 1. expér. 1. 2 & 3.

l'hypothèſe de M. Newton, comme eſt la ſuivante. Recevez ſur un carton blanc à une diſtance d'environ 25. ou 30. piés un petit raïon ſolide qui aura paſſé par un autre priſme ; vous verrez que les couleurs occuperont un eſpace de plus de dix poulces, dont le rouge en contiendra plus de deux, & le violet plus de trois. Faites que l'extrémité du violet paſſe par une petite fente d'environ deux lignes de largeur taillée exprès dans un carton, & recevez cette lumiére violette fort obliquement ſur un autre priſme au-delà du carton : alors vous verrez dans la lumiére qui aura paſſé à travers ce ſecond priſme, du rouge & du jaune dans la convexité de la courbure .... Par conſéquent dans cette expérience, quelque partie de la lumiére qui étoit violete, ſera devenuë rouge & jaune par la rencontre du ſecond priſme. Le même changement arrivera, ſi l'on fait paſſer l'extrémité du rouge par la fente du carton ; car on verra du bleu & du violet au-delà du ſecond priſme. Par cette expérience, il eſt évident qu'une même partie de lumiére reçoit des couleurs différentes par différentes modifications, & que l'ingénieuſe hypothéſe de M. Newton ne doit point être reçuë. Voilà donc les expériences de Newton pleinement réfutées, c'eſt-à-dire, ce ſyſtême des couleurs entiérement détruit. Il ſe-

roit inutile d'objecter que les couleurs n'étoient pas bien ſéparées dans l'expérience de Mariotte ; car cela n'eſt pas croïable d'une auſſi grande diſtance de vingt ou trente piés, & qui eſt la même que Newton a emploïée dans ſon expérience : ce ne ſont pas même des couleurs voiſines dans la gamme Newtonienne, qui ſont reproduites par le ſecond priſme, ce ſont les couleurs les plus éloignées, ſuivant Newton, de celle qui étoit ſortie du premier priſme ; puiſque le raïon violet eſt devenu rouge & jaune, c'eſt-à-dire, que la ſeptiéme couleur a été convertie en la premiére & la troiſiéme, & que le raïon rouge eſt devenu bleu & violet, c'eſt-à-dire, que la premiére couleur a été convertie en la cinquiéme & la ſeptiéme. M. Algaroti impute l'expérience de Mariotte à quelque défectuoſité du priſme qui fut emploïé pour ſéparer les raïons : mais ſi la différence du phénoméne a été cauſée par le priſme, on peut dire qu'au lieu de lui imputer un défaut, il a beaucoup mieux ſervi l'intention de l'obſervateur, qui vouloit éprouver ſi la couleur d'un raïon, après ſa réfraction par un priſme, eſt invariable, comme Newton l'a aſſuré.

Le Newtonian. entret. 4.

La réflexion des faiſceaux lumineux, dans laquelle conſiſtent ordinairement

les couleurs, a fort embarraſſé les Phyſiciens. Ils ont conſidéré que les corps (1) refléchiſſants avoient ſi peu de matiére propre, & qu'ils étoient criblés de tant d'interſtices, qu'ils ne leur ont pas paru capables de refléchir une matiére auſſi déliée que la lumiére. Les uns ont pris le parti de dire que ce n'étoient pas les corps qui refléchiſſoient la lumiére & produiſoient ainſi les couleurs, que cette réflexion venoit d'un certain pouvoir répandu autour d'eux : les autres ont placé la cauſe de la réflexion dans des pores ſuppoſés vuides. A ces deux opinions, on reconnoit aiſément des Newtoniens. D'autres philoſophes ont attribué à l'at-

(1) *Saurin a ſuppoſé*, avec aſſûrance & ſans crainte de contradiction bien fondée, que la matiére propre des corps les plus ſolides & les plus peſants ne faiſoit pas la cent milliéme partie de leur volume. *Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann.* 1709. *p.* 408. *C'eſt un moïen très-foible ſur-tout en phyſique, d'établir une propoſition, que de dire qu'elle eſt à l'abri d'une contradiction bien fondée. Quant à celle-ci, les Phyſiciens ſont d'accord que dans le volume d'un corps le plus ſolide, il entre beaucoup plus de matiére étrangére à ce corps que de ſa matiére propre : mais il n'y a aucune apparence, que dans un lingot d'or, par exemple, il y ait cent mille fois plus d'une matiére étrangére que de molécules de ce métail. Il ſemble que dans la phyſique, on cherche plus le ſurprenant & le merveilleux que le vrai.*

moſphére qui environne en particulier chaque corps, cette réflexion qu'ils ne croïoient pas pouvoir être opérée par le corps même. M. Baniéres eſtime que la lumiére ne peut être refléchie, que par la matiére lumineuſe, & que cette matiére, qu'il regarde comme étant par elle-même diverſement colorée, ne refléchit que les raïons qui portent une couleur ſemblable à la ſienne. Il ſoutient donc que les couleurs *tirent primitivement leur origine de la différente eſpéce de lumiére qui domine entre les parties de ce liquide, qui ſe trouvent répanduës & engagées entre les parties de ces corps ; à raiſon de quoi ils ont un certain rapport & une certaine convenance avec certains raïons, qui leur ſont ſympathiſants, leſquels ils refléchiſſent ou tranſmettent, tandis qu'ils ne refléchiſſent ni ne tranſmettent point certains autres raïons avec leſquels ils n'ont aucun rapport ni aucune convenance.* Il ajoute *que les parties de la lumiére, qui occaſionnent la réflexion des raïons, ne ſont pas celles qui ſont dans les pores des corps, comme l'a cru le P. Mallebranche, mais celles qui ſont engagées & comme empriſonnées dans les parties des mixtes. Qu'il n'y a que les parties de la lumiére qui puiſſent agir & réagir ſur les parties de la lumiére ; mais que toute eſpéce*

Tr. phyſiq. de la lum. & des coul. ch. 4. prop. 14.

Dans la concluſ. du même ouvrag.

de lumiére ne peut point indifféremment agir ſur toute ſorte de lumiére : qu'il n'y a que les raïons homogénes qui aïent la propriété d'agir ſur leurs ſemblables. Des rapports, des ſympathies, des convenances ne ſont point des cauſes phyſiques. Quoique les corps ſoient criblés par un grand nombre d'interſtices, la matiére qui s'y inſinuë & qui les bouche exactement, rend leur ſurface unie : cette matiére lui tient lieu d'une eſpéce de ciment ou de vernis, comme nous l'avons obſervé au ſujet de l'égalité de l'angle de réflexion à celui d'incidence. Les pores ainſi bouchés compoſent avec la matiére propre des corps une ſurface platte & unie, très-propre à refléchir la lumiére, ſans avoir recours, ni à un pouvoir inconnu, ni au vuide qui ne peut produire aucun effet, ni à une atmoſphére facile à pénétrer, & dont la fluidité eſt contraire à la faculté de refléchir, ni à une matiére lumineuſe & colorée par elle-même qu'il eſt inutile de faire intervenir ici ſans aucune vraiſemblance. Je ne nie pas qu'une matiére lumineuſe ne ſoit engagée & répanduë dans les interſtices, mais elle y eſt mêlée avec toute autre matiére du premier & du troiſiéme élément, & elle n'y contribuë pas davantage à la réflexion de la lumiére.

Ce méchaniſme de la réflexion a beſoin d'être expliqué d'une maniére plus ſatisfaiſante qu'il ne l'a été encore. Concevez des files globuleuſes qui s'étendent du corps lumineux au corps refléchiſſant : les globules ſont pouſſés ſur la ſuperficie de ce corps ; & leurs bonds communiquent des vibrations preſque ſemblables aux files globuleuſes étenduës depuis cette ſurface juſqu'à l'organe du ſpectateur. *Mais*, dira-t-on peut-être, *les files contiguës dont une extrémité porte ſur le corps lumineux & l'autre ſur le corps refléchiſſant, doivent plutôt plier ou ſe rompre par des vibrations, que cauſer ces bonds qui refléchiſſent la lumiére & les couleurs* La réponſe eſt que la nature des corps nous eſt ſuffiſamment connuë pour lever cette difficulté. Il n'en eſt aucun qui ne ſoit environné de quelque atmoſphére. On conçoit donc aiſément que cette atmoſphére ſuſpend à quelque diſtance du corps les files globuleuſes; mais que leurs vibrations ſurmontent la réſiſtence de l'atmoſphére, & que venant de quelque éloignement frapper la ſurface du corps, elles en ſont refléchies,

Achevons de rapporter les autres opinions ſur la formation des couleurs. M. de Moliéres penſe, avec Newton, que les raïons de lumiére portent chacun leur

couleur propre & inhérente ; *que ceux qui produiſent les différentes couleurs, ne diffèrent entr'eux, comme ceux qui produiſent les différents ſons, qu'en ce que les ondulations, d'où naiſſent ces raïons, ſont plus ou moins fortes, & leurs ondes plus ou moins fréquentes : que, par exemple, les ondulations produites dans la matière éthérée par les vibrations qui excitent le rouge, ſont les plus fortes & les plus rares ou plus diſtantes les unes des autres. Qu'ainſi une liqueur ne nous paroît rouge, que parce qu'elle contient dans ſa ſubſtance ou ſur ſa ſuperficie, une plus grande abondance de particules de telle conſtruction, que les ondes de lumière qui produiſent le rouge, peuvent ſeules ébranler leurs fibres, & leur faire produire des vibrations iſochrones à celles que produiſent les particules du raïon rouge.*

Leçons phyſiq. leç. 20. prop. 10. & 11.

Nous avons prouvé que les ondulations des raïons lumineux ne peuvent ſe concilier ni avec la propagation ni avec le croiſement de la lumière. Iſaac Barrow, renouvellant l'ancienne hypothéſe expliquée par Sénéque, fait conſiſter les couleurs dans les différents mélanges de la lumière & de l'ombre. Sur ce principe, il explique le blanc, comme les autres phyſiciens, par une réflexion très-abondante des raïons lumineux : & il fait conſiſter le noir dans une réflexion interceptée

Lection. Optic. lect. 12. art. 17.

ceptée par des interſtices qui abſorbent la lumiére. Il croit que le rouge vient de la réflexion d'une lumiére plus ſerrée que dans ſon état naturel, ce qui fait, dit-il, que les raïons lumineux raſſemblés & reſſerrés par le miroir ardent paroiſſent rougir, & que les corps enflammés contractent une couleur rougeâtre, parce que leurs vibrations compriment la lumiére. Au contraire, le bleu eſt produit par une lumiére plus raréfiée; & le mélange de ces couleurs ou les modifications du reſſerrement & de la raréfaction de la lumiére, font paroître les autres couleurs, comme on voit le jaune ſortir de beaucoup de blanc mêlé d'un peu de rouge, le pourpre ou l'indigo ſe former de quelques parties rouges ſur beaucoup de bleuës, & ainſi des autres.

Le P. Regnault joint l'hypothéſe nouvelle du P. Mallébranche, des vibrations plus ou moins promtes des raïons lumineux, avec l'ancienne du mélange de la lumiére & de l'ombre, & il attribuë la formation des couleurs à ces deux cauſes combinées.

Pour établir, au ſujet des couleurs, un ſentiment qui ſatisfaſſe l'eſprit par ſa vraiſemblance, & qui ſuffiſe à l'explication de touts les phénoménes, il faut écarter d'abord la prévention preſque *Entret. phyſiq. t. 3. entr. 12.*

générale des Phyſiciens pour le principe de Newton, que les couleurs ne ſont pas des modifications variables de la lumiére, mais des qualités propres & inhérentes aux raïons. La phyſique eſt preſque devenuë aujourd'hui une eſpéce d'inventaire de propriétés ſpécifiques, qui anéantiſſent entiérement cette ſcience. Votre oreille eſt-elle frappée d'un ſon plus aigu ou plus grave? C'eſt, vous dit-on, parce que l'air contient de petites fibres qui répondent à ce ſon particulier, & qui ne peuvent jamais ſervir à d'autres. Demandez-vous pourquoi vous appercevez certaine couleur? On vous répond ſuivant le même principe, que chaque raïon lumineux porte ſa couleur propre & inhérente, qui eſt invariable. Chaque corpuſcule eſt un élément ſéparé, aïant un uſage unique, ſa deſtination bornée, & ſa qualité incommunicable. Ainſi par un rafinement que la ſubtilité raméne à ce jargon qui venoit d'être proſcrit, nous aſſignons à chaque partie de la matiére des vertus occultes. Cet abus ne paroît nulle part avec plus d'évidence, qu'au ſujet des couleurs: pourquoi ce raïon eſt-il rouge? C'eſt qu'il porte une couleur rouge, dit Newton: pourquoi cet autre eſt-il bleu? c'eſt qu'il porte une couleur bleuë.

Ces Phyſiciens ne s'en tiennent pas à des qualités occultes, auxquelles dans le fond on ne pourroit imputer autre choſe que d'être un vain jargon, qui ne ſignifie rien & qui n'a rien de phyſique : ils regardent ces propriétés occultes & ſpécifiques comme autant de natures invariables, & auxquelles ils attribuent des priviléges excluſifs. Ainſi le feu eſt tel, non-ſeulement parce que c'eſt un élément à part, mais parce qu'aucun autre élément ne peut devenir feu : chaque particule de matiére a été créée en particulier pour un ſeul uſage qui ne peut varier : un raïon eſt rouge, parce qu'il porte une couleur rouge & que de plus nul ne peut porter la même : une quantité d'air fait entendre un ſon aigu, parce qu'elle eſt propre à rendre ce ſon, & qu'aucune n'en peut rendre un ſemblable. Il ne s'agit ici que des couleurs ; nous allons faire voir que le privilége excluſif contient un principe auſſi faux, que la propriété occulte eſt un jargon inutile.

Ne ſuffit-il pas, pour renverſer l'aſſertion Newtonienne d'une couleur invariable, de rappeller ici les expériences détaillées avec beaucoup de préciſion par le P. Caſtel & par Mariotte, qui ont conſtaté qu'un raïon change de couleur, & même que ſa couleur eſt transformée,

non dans une couleur voiſine, ſuivant l'arrangement Newtonien, de celle qu'il quitte, mais dans les couleurs qui en ſont les plus éloignées. Les Newtoniens diſent que c'eſt la faute de Mariotte ou de ſon priſme : mais il eſt évident, au contraire, que c'eſt la perfection de l'expérience & de l'inſtrument, d'avoir fait trouver ce qu'on cherchoit, & qu'il n'importe de quelle maniére la couleur du raïon a été changée, pour prouver qu'elle n'étoit pas invariable. Les expériences de Newton détruiſent elles-mêmes ſes principes, comme du Fay & M. Rizzetti l'ont aſſuré, & comme il nous eſt facile de nous en convaincre par nous-mêmes.

Les ſept couleurs ne ſont pas coupées avec préciſion. Elles n'ont pas leurs bords ſéparés : on voit entre deux couleurs réfractées, des nuances qui tiennent des extrémités des couleurs voiſines, & qui ſe confondent quelque peu. Si la couleur de chaque raïon lui étoit propre, ſi elle étoit invariable, la teinte d'une couleur étrangére ne pourroit s'y introduire, ni cauſer dans ſes nuances aucune variation. Peut-on avoir une preuve plus expreſſe d'une modification différente, que des nuances mêlées de deux couleurs, & qui ne ſe rapportent ni à l'une ni à l'autre d'une maniére décidée ? Sans pouſſer

plus loin l'expérience, chaque raïon dans cet état eſt changé.

Pourquoi ceux qui ont la jauniſſe (1) voient-ils les objets jaunes ? Pourquoi les diſques du ſoleil & de la lune changent-ils de couleurs ? n'eſt-ce pas une preuve que les couleurs des faiſceaux lumineux ſont empruntées, que ce ſont des teintes produites par les modifications qui ſurviennent à cauſe de la différence des milieux, ſoit de l'air ſoit de l'organe ?

Les Newtoniens conſidérent-ils la lumiére & les couleurs comme un corps, ou comme le néant & le vuide ? D'un côté ils énoncent formellement que la matiére lumineuſe ſe meut, qu'elle agit par un tranſport effectif depuis le corps de l'aſtre juſqu'à mon œil : la lumiére ou la couleur eſt donc un corps. D'un autre côté, ſuivant cette philoſophie, le récipient de la machine pneumatique eſt entiérement vuide après que l'air en a été pompé ; & cependant un corps y refléchit toujours à mes yeux la même couleur qui n'eſt en aucune façon altérée : la lumiére ou la couleur eſt donc le néant ou le vuide même.

Un priſme qui reçoit le trait de lu-

(1) Lurida prætereà fiunt quæcunque tuentur Arquati. *Lucret. lib.* 4.

miére dans la chambre obſcure, le briſe, le ſépare, & le fait rejaillir en haut, en bas, ou vis-à-vis, ſuivant la ſituation du priſme. Que ce trait de lumiére, en ſortant d'un premier priſme, ſoit repris par un ſecond, par un troiſiéme, ou par des verres lenticulaires, c'eſt-à-dire, avec pluſieurs loupes à la ſuite les unes des autres, vous trouverez dans ce faiſceau de lumiére les mêmes couleurs, & les mêmes diſpoſitions des couleurs entr'elles. Si vous n'opérez que ſur une des couleurs ſéparées comme ſur le rouge, éprouvez-la, dit-on, par autant de priſmes ou de loupes que vous voudrez, vous aurez toujours le même rouge: même en vous ſervant d'une loupe de différente couleur, comme d'une loupe bleue, le raïon conſervera ſa couleur rouge. Juſqu'ici tout va le mieux du monde pour le ſyſtême de Newton. N'eſt-ce pas, dit-on, une démonſtration que chaque raïon porte ſa couleur particuliére, puiſque le faiſceau lumineux étant une fois diviſé, vous avez beau briſer un des raïons, dont la couleur a été développée, vous ne parviendrez jamais à la changer? N'eſt-ce pas auſſi une démonſtration que chaque raïon a ſa réfrangibilité propre & invariable, puiſque l'ordre relatif des couleurs entr'elles ne change jamais? Lorſ-

que j'étois témoin de ces expériences en l'année 1738. chez M. l'abbé Nolet, une glace de miroir expoſée ſur la fenêtre dirigeoit un gros trait de lumiére par le trou d'un volet, & le refléchiſſoit dans la chambre, rendue d'ailleurs entiérement obſcure, où ſe faiſoit l'expérience. M. l'abbé Nolet nous fit obſerver que les couleurs ne paroiſſoient pas exactement terminées ſur un carton blanc qui recevoit le trait de lumiére dans l'état de ſa réfraction. *C'eſt*, dit-il, *qu'une glace de miroir tel que celui qui introduit dans la chambre le trait de lumiére, a deux ſortes de réflexions, l'une plus forte qui part du fond de la glace dont les pores ſont bouchés par la couche d'étain & de vif argent qui l'empêche d'être tranſparente; l'autre plus foible qui émane des parties ſuperficielles du verre: c'eſt cette derniére réflexion qui cauſe ce bord confus & nébuleux, pour ainſi dire, autour des couleurs. Si l'on change le miroir, & qu'on en ſubſtituë un de métail, les couleurs ſeront terminées diſtinctement*: ce qu'il nous fit voir à l'heure même, nous donnant ainſi la preuve d'une modification différente.

Ces expériences ſuffiſent pour détruire l'hypothéſe de Newton. Qu'eſt-ce que des couleurs différentes, ſuivant le degré de force qui les refléchit? des couleurs

qui varient par le mélange de deux réflexions ? Ne ſont-ce pas préciſément des couleurs différemment modifiées, ou ce qui revient au même, des couleurs dépendantes de la modification de la lumiére ? Eloignez le carton blanc qui reçoit les raïons briſés ; les couleurs s'étendent, s'affoibliſſent, & ſe confondent. Qu'eſt-ce que ce phénoméne, ſi ce n'eſt une modification évidente de la lumiére ? 3. La vérité n'eſt pas toûjours ſçavante & myſtérieuſe : elle eſt quelquefois ſimple & du plus facile accès. Si vous appliquez une loupe ſur l'écriture d'un papier ; dans la portée de ſa convexité, elle groſſira d'autant plus l'écriture, que vous l'approcherez du foyer. Si vous la tenez à une certaine diſtance qui en ſoit fort proche, le trait noir de l'ancre devient un trait bleu terminé par deux bords orangés ; & en reculant la loupe encore tant ſoit peu, à une telle diſtance que les raïons de lumiére ne ſe ſoient pas encore démêlés du croiſement, vous ne voïez qu'un nuage entiérement confus, mêlé de blanc, de bleu, & d'orangé, ſans qu'aucun trait de l'écriture paroiſſe diſtinctement. Voilà ſans aucun appareil une réfutation démontrée de l'hypothéſe Newtonienne, puiſqu'au grand jour une loupe change le noir en bleu, frangé de jaune. C'eſt

une preuve complette que les couleurs ſont des modifications de la lumiére, puiſqu'un leger mouvement d'une loupe y cauſe des modifications ſi marquées. 4. Le chryſtal d'Iſlande double les couleurs réfractées. On en voit ſortir le rouge & les couleurs qui le ſuivent ; & encore du rouge, ſuivi des mêmes couleurs : preuve évidente que tout ce jeu de la nature conſiſte (1) dans des modifications diffé-

(1) *Les Newtoniens répondent que par le chryſtal d'Iſlande, la réfraction n'eſt pas intervertie, qu'elle n'eſt que doublée : mais c'eſt un véritable dérangement dans la réfraction, lorſqu'au lieu de quatorze couleurs qu'elle devroit étaler, en les ſuppoſant doublées, elle n'en fait voir que huit en tout, quatre ſupérieures & quatre inférieures. Il eſt vrai que chaque couleur eſt placée dans ſon ordre relatif à celles qui ſont préſentes : mais que ſont devenuës les trois autres ? N'eſt-ce pas une véritable différence dans la réfrangibilité, lorſqu'au lieu de ſept couleurs, il n'en paroit que quatre, & que ces couleurs, au lieu d'être ſimples, ſont doublées ? Newton attribuë la réfraction extraordinaire du chryſtal d'Iſlande à quelque eſpéce de vertu attractive, tant de la part des raions de lumiére que des particules du chryſtal. Newt. Optiq. liv. 3. queſt. 29. La Hire explique cette réfraction par la figure & l'arrangement des parties imperceptibles de ce chryſtal. Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1710. Il me ſemble que j'entends quelque Newtonien s'écrier : Cette explication de la Hire eſt groſſiére & triviale : mais que celle de Newton eſt fine, admirable, & ſublime !*

rentes, occaſionnées par les pores des priſmes. Newton avouë pareillement la double réfraction du chryſtal de roche. La réfrangibilité eſt donc une modification : elle dépend donc des interſtices du corps diaphane qui rompt le trait de lumiére. 5. La couleur en dépend auſſi. L'un eſt une ſuite de l'autre dans cette hypothéſe. Ne vous laiſſez pas ébloüir, parce qu'en eſſaïant le paſſage d'un raïon déja rompu au travers de pluſieurs priſmes & de pluſieurs loupes, il conſerve la même couleur ; c'eſt parce que touts ces priſmes & ces loupes de verre, inſtruments homogénes, ont leurs pores diſpoſés de la même maniére. C'eſt comme ſi l'on faiſoit paſſer une matiére qu'un premier tamis auroit tranſmiſe, par des tamis ſemblables, il n'y ſurviendroit aucun changement. Mais qu'on emploie des tamis dont les ouvertures ſoient ou plus petites ou différemment diſpoſées, la matiére tranſmiſe de nouveau par ces tamis ne ſera plus la même. Dans le grand nombre de leurs expériences, Newton & ſes diſciples ont toûjours oublié d'eſſaïer (1) une réfraction hétérogé-

Newt. Optiq. liv. 3. quæſt. 25.

(1) *Une réfraction, qui change ſeulement la direction du mouvement, mais ſans décompoſer le raion, ſans déranger l'ordre de ſes parties intégrantes, ne cauſe aucun changement dans la*

ne ſur un raïon déja rompu : mais qu'une couleur ſéparée par un premier priſme de verre ſoit miſe à l'épreuve d'un priſme de chryſtal d'Iſlande, ou de chryſtal de roche, ou d'un priſme creux rempli de liqueurs differentes, je leur annonce, ſans l'avoir vû, que cette expérience ſera le coup mortel de leur hypothéſe : car ils avouënt formellement que ſi l'ordre relatif des couleurs dans la réfrangibilité peut être interverti, ou que la couleur d'un raïon ſéparé puiſſe être changée, leur hypothéſe tombe. 6. Mais qu'attendons nous ? Mariotte, ſuivant cet aveu, l'a donc renverſée ; car il a changé, par une ſeconde réfraction, une couleur développée par un premier priſme. 7. Il y a plus : Newton avouë que deux priſmes de verre joints l'un contre l'autre confondent l'ordre relatif des couleurs, & changent les couleurs mêmes. Ces changements viennent de ce que les pores de l'un, quoique ſemblables à ceux de l'autre, ne ſe rencontrent pas ajuſtés vis-à-vis les uns des autres ; & ce défaut de correſpondance donne le phénoméne de l'altération des couleurs & de leur ordre relatif ou de leur réfrangibilité ; ce qui eſt, en même tems, la réfutation dé-

couleur, comme le paſſage de la lumiére de l'eau dans l'air ou réciproquement.

montrée de l'hypothéſe Newtonienne.

Les expériences du priſme, qui ont rendu le nom de Newton ſi célébre, n'avoient rien (1) de nouveau. Marie Grimaldi, ſçavant Jéſuite, & grand Mathématicien, décédé en 1563. a ſoutenu dans un ouvrage poſthume, que la lumiére en traverſant un priſme, acquiert des couleurs qu'elle n'avoit pas, & qu'elle ſe partage en pluſieurs raïons divergeants, qui donnent une peinture oblongue dont les teintes ne ſont qu'empruntées de ſes différentes modifications.

De lumine, colorib. & Iride.

Marc-Antoine de Dominis, Archevêque de Spalatro en Dalmatie en 1590. a rapporté des expériences ſur la lumiére, qui conſiſtent à recevoir les raïons dans les verres triangulaires ou dans les vaſes de verre pleins d'eau : & ſans aller chercher bien loin cette invention, des

De radiis viſûs, c. 10.

(1) C'eſt préciſément Grimaldi, qui a découvert qu'un raïon de lumiére étoit un faiſceau de raïons que le priſme dilate, ſépare, fond, & plie inégalement dans la réfraction. *Mémoir. de Trév. Aouſt 1738. Sénéque a parlé de la réfraction des raïons par le priſme ; elle eſt donc connuë preſque auſſi anciennement que le verre :*

Virgula ſolet fieri vitrea, ſtricta, vel pluribus angulis in modum clavæ toroſa. Hæc ſi ex tranſverſo ſolem accipit, colorem talem qualis in arcu videri ſolet reddit, ut ſcias hîc non imaginem ſolis eſſe, ſed coloris imitationem ex reperculſu. *Sen. lib. 1. nat. quæſt. c. 7.*

Cartes a marqué qu'il s'étoit servi du prisme pour la réfraction des raïons. Cette anatomie de la lumiére étoit donc connuë longtems avant Newton ; & je pense avoir prouvé que l'usage qu'il en a fait, n'a pas enrichi la physique. *Des Cart. météor. disc. 8.*

La réfutation d'une hypothése doit nous conduire à discerner celle qui mérite la préférence : il me paroit que l'ancienne opinion, qui attribuë la formation des couleurs au mélange de la lumiére & de l'ombre, a le double avantage d'en donner une idée fort juste, & de lever toutes les difficultés. Par le mélange de la lumiére & de l'ombre, j'entends, comme le P. Grimaldi & le P. des Challes, la raréfaction ou la condensation de la lumiére.

Il peut arriver que les faisceaux lumineux soient plus resserrés, plus denses après qu'ils ont rencontré une surface fort propre à les refléchir, & dont les interstices ont absorbé une partie de la matiére non lumineuse qui étoit mêlée aux raïons. J'estime qu'une lumiére plus condensée par la réflexion donne du blanc : ce qui est très-vraisemblable, soit par son éclat, soit parce que la condensation des raïons refléchis blesse la vûe, soit parce que la réflexion nous renvoie souvent cette couleur plus lumineuse en

quelque façon que la lumiére même : dont voici, ce me ſemble, la raiſon. Les files lumineuſes, qui nous tranſmettent les vibrations qu'elles ont reçuës de la matiére du ſoleil, ſont tempérées par le mélange des deux autres éléments : mais ſi elles viennent à heurter une ſuperficie fort propre à les refléchir, les ſeuls globules que leur figure rend auſſi très-ſuſceptibles de la réflexion, ſont répercutés & ſe rapprochent : les éléments intermédiaires abſorbés ou rallentis ſéparent beaucoup moins ces globules : la preſſion du plein reſſerre la gerbe lumineuſe, qui devenant plus preſſée que dans ſon état naturel, a plus d'éclat, plus de lumiére, pour ainſi dire, que le raion même dans ſon état originaire : c'eſt ce qui fait que le diſque de la lune a plus de ſplendeur que celui du ſoleil. Mais, dira-t'on, la lune peut être regardée fixement, & nous ne pouvons ſoutenir la vûe du ſoleil. La réponſe eſt que nous devons éviter de confondre l'éclat avec la force de la lumiére, & que c'eſt principalement cette diſtinction qui peut nous conduire à des idées juſtes ſur les couleurs. La force de la lumiére dépend des vibrations plus ou moins roides & promtes du corps lumineux : l'éclat, la blancheur de la lumiére eſt cauſée par la *denſité* des raions. Notre

vûë eſt trop foible pour ſoutenir les vibrations immédiates du ſoleil, que les files de globules contigus nous tranſmettent directement : & quoiqu'une blancheur éclatante fatigue à la longue notre vûe par l'abondance des raïons refléchis, nous pouvons regarder fixement la lune, parce que cet aſtre refléchiſſant ſeulement les raïons, n'envoie contre nos yeux aucunes vibrations, dont ils puiſſent être bleſſés. Lorſque la lumiére eſt refléchie dans une quantité à peu près égale à celle du raïon originaire & tel qu'il arrive du ſoleil, nous voïons du jaune, la couleur de toutes la plus reſſemblante à l'état naturel de la lumiére. Pourquoi Venus jette-t-elle un éclat qui reſſemble plus à une lumiére propre qu'à une lumiére refléchie ? C'eſt que cette planéte fort proche du ſoleil nous renvoie les raïons qu'elle en reçoit dans un état fort ſemblable aux raïons originaires, & que les globules refléchis de Venus ſont mêlés, dans leur tranſport juſqu'à nous, à peu près d'une même quantité non lumineuſe que ceux du ſoleil : mais la couleur jaune de Venus eſt l'effet d'une réflexion moins forte que la couleur blanche du diſque de la lune.

Si la lumiére eſt raréfiée dans la réflexion, elle ſe convertit en rouge : car

nous éprouvons que le jaune qui s'affoiblit, qui admet plus de matiére non lumineuſe, devient rouge. Ainſi le diſque du ſoleil eſt plus rouge à l'horizon qu'au méridien, parce que les globules venant de l'horizon & raſant la terre, ſont plus mêlés de vapeurs : le même diſque vû au travers d'un verre obſcurci paroît tout rouge, parce que la matiére lumineuſe traverſe ce verre en beaucoup moindre quantité, & qu'elle eſt fort mêlée du premier élément, qui abonde plus qu'elle au paſſage de ce verre. La lune & les nuées deviennent rouges auſſi par toutes les cauſes qui affoiblilſent les raïons qui en ſont refléchis, c'eſt-à-dire, qui les mêlent avec une plus grande quantité de matiére non lumineuſe. Pourquoi la lune entiérement éclipſée paroît-elle rougeâtre? C'eſt qu'étant trop éloignée pour entrer dans l'ombre véritable du globe terreſtre, où elle diſparoitroit entiérement, elle ne traverſe qu'une pénombre, dans laquelle les faiſceaux lumineux qui y ſont pouſſés des deux côtés, ſe trouvant ſéparés par une matiére non lumineuſe plus abondante, la lumiére de la lune en eſt beaucoup diminuée, & ſa blancheur convertie en un rouge obſcur.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1723.

Si nous cherchions une (1) couleur fon-

(1) *Obſervons en paſſant que le noir ſignifie la*

damentale, une couleur tonique, pour me ſervir de l'expreſſion de ceux qui comparent les couleurs à l'harmonie des ſons, il ſemble que ce devroit être le jaune préférablement à toute autre, puiſque c'eſt la couleur qui approche le plus de l'état naturel de la lumiére. Mais ces allégories ne doivent paſſer que pour ingénieuſes ; & lorſque l'on ſuit leurs rapports comme des réalités, elles ne ſont capables que de conduire à des concluſions fauſſes. La lumiére eſt-elle fort raréfiée ? Elle devient bleuë ; & les trois couleurs, jaune, rouge, & bleuë différemment tempérées, donnent à la lumiére toutes les teintes différentes que l'art ſçait parfaitement imiter par le mélange de ces trois mêmes couleurs. Ainſi les expériences nous prouvent que les couleurs ſont des modifications de la lumiére, c'eſt-à-dire, que les faiſceaux lumineux plus ou moins écartés, différemment tempérés par le mélange d'une matiére non lumineuſe, produiſent toute la variété des couleurs. Si les globules ſont abſorbés par une ſurface qui ne repouſſe que le troiſiéme élé-

perſévérance ; que le bleu exprime le zéle ; la couleur d'or dénote la joie ; le rouge repréſente la colére & la vengeance ; le verd eſt la livrée de l'eſpérance ; le blanc de la pureté. Agripp. de vanit. ſcient. c. 18.

ment, le corps paroît très-noir.

Cette hypothéſe du mélange des globules avec les deux autres éléments, à l'égard des couleurs, jointe à celle des filés de globules durs, ſphériques & contigus, à l'égard de la lumière, explique facilement touts les phénoménes, la diſpoſition des couleurs priſmatiques, & leur réfrangibilité, l'arc-en-ciel, les degrés variables de réflexibilité dans les couleurs changeantes de quelques étoffes, des peintures vûës ſous différents jours, des plumes de certains oiſeaux comme des cols des pigeons & des queuës des paons. Aucune expérience ſoit des lentilles ſoit des priſmes n'embarraſſe. On diſcerne au premier coup d'œil, pourquoi les couleurs priſmatiques, réünies par une lentille, diſparoiſſent à ce foyer où elles ſont confondues; pourquoi leur diſtance du foyer les remet dans leur état ordinaire; pourquoi ces couleurs ſe remontrent de nouveau ſur un papier blanc, au-dela de ce foyer, en gardant entr'elles la même ſituation & les mêmes proportions d'intervalles, en ſorte néanmoins que les couleurs, qui dans l'image colorée étoient à droite, paſſent à gauche au-delà du foyer, & au contraire. Ce croiſement rend preſqu'auſſi ſenſibles à l'organe corporel les petits faiſceaux contigus de lu-

miére, qu'ils ſont démontrés à l'entendement.

Cette hypothéſe explique facilement pourquoi dans les expériences de Newton les couleurs ſe confondent, ſe détachent, ſe mêlent, ſe dilatent ſuivant les différentes diſtances du priſme. *Les raions briſés par le priſme donnent à différentes diſtances, comme de 4. poulces, de 7. à 8. poulces, de 4. piés, de 8. ou. 10. piés, des couleurs fort différentes. Recevez le raïon à 7. ou 8. piés de diſtance du priſme, vous verrez une grande vivacité de couleurs, ſçavoir du rouge & du violet aux deux extrémités, du jaune auprès du rouge, & du bleu auprès du violet: & à une grande diſtance, comme de 25. ou de 30. piés, on ne verra diſtinctement que du rouge, du verd, & du violet* Puiſque le corps, qui reçoit la lumiére à l'iſſuë du priſme, eſt ſi diverſement coloré à proportion des différentes diſtances, il en réſulte clairement que le reſſerrement ou l'épanoüiſſement du raïon, ſa rareté ou ſa denſité, eſt la cauſe de la variété des couleurs.

Mariot. des coul. part. 1. expér. 1. & 2.

Cet arrangement des couleurs priſmatiques donne encore un grand jour à notre hypothéſe de la formation des couleurs. Le raïon, qui a le plus de force en ſortant du priſme, & qui eſt le moins réfrangible, eſt rouge, parce que ſitué

à l'extrémité de la bande colorée, il eſt pénétré plus abondamment d'une matiére non lumineuſe. L'orangé, qui vient enſuite, eſt moins mêlé de l'ombre épaiſſe de la chambre obſcure; auſſi approche-t-il davantage de l'état naturel de la lumiére. La troiſiéme teinte, qui eſt jaune eſt dans ſa plus grande force au centre de la lumiére. En commençant à s'affoiblir, la quatriéme couleur eſt verte, ou un compoſé de jaune & de bleu. Les trois autres couleurs, les plus foibles & les plus réfrangibles, s'éloignent toûjours de plus en plus du jaune, ou de l'état naturel du raïon.

Cette hypothéſe explique facilement pourquoi le trait noir de l'écriture ſe change en bleu frangé de jaune auprès du foyer de la lentille: car la confuſion qui s'y fait par le reſſerrement des raïons, introduit la lumiére dans le petit eſpace noir où elle n'étoit pas admiſe, elle y eſt bleuë ou foible au milieu, jaune ou plus abondante dans les bords par où elle arrive. L'écriture ſur un papier blanc fait donc l'effet, par rapport à la lumiére, de profondes traces de ſillons, qui abſorbent les globules, & empêchent qu'ils ne ſoient refléchis de cette partie du papier.

Cette hypothéſe léve toutes les diffi-

cultés & répond à toutes les objections.
1. *L'ombre*, a-t-on dit, *qui n'eſt qu'une privation de lumiére, ne peut agir ſur les ſens; un néant de lumiére ne peut contribuer à la formation des couleurs.* L'objection confond le néant de lumiére avec une matiére non lumineuſe, qui n'eſt pas moins réelle que la lumiére elle-même. Le mélange de ces matiéres différentes eſt très-capable de cauſer des impreſſions diverſes ſur l'organe, & de produire les modifications variées de la lumiére ou les couleurs. Mais pour ne laiſſer aucune équivoque dans les termes, l'hypothéſe ſera mieux exprimée par le mélange de la matiére lumineuſe avec les deux autres éléments, que par le mélange de la lumiére & de l'ombre.

2. On peut objecter *que dans l'explication de la lumiére nous avons établi, comme un principe général de la catoptrique & de l'égalité de l'angle de réflexion à l'angle d'incidence, que les interſtices des ſurfaces bouchés par une matiére hétérogene opérent le même effet, par rapport à la réflexion de la lumiére que ſi ces ſurfaces étoient ſans aucuns pores, la matiére qui s'y inſinuë étant comme un maſtic ou comme un vernis qui les rend unies & propres également dans toute leur étenduë à refléchir les raïons; que cependant nous diſons ici que les interſtices des ſurfaces donnent lieu à refléchir des*

quantités inégales de faiſceaux lumineux & à produire les couleurs par les différentes modifications de la lumiére. Il n'y a rien dans ces deux propoſitions qui ſe détruiſe mutuellement, parce qu'elles ne s'appliquent ni aux mêmes ſurfaces ni à des effets ſemblables. La premiére propoſition regarde les ſurfaces dures & unies des miroirs, la ſeconde ne doit s'entendre que des ſurfaces beaucoup plus criblées d'interſtices, comme une tapiſſerie, une étoffe, une fraiſque enduite ſur un mur. C'eſt comme ſi je ſoutenois qu'une haye de brouſſailles dont touts les interſtices ſont remplis (car tout eſt plein dans le monde matériel) doit renvoïer par la réflexion une balle de paulme, parce que la muraille d'un jeu de paulme qui de ſon côté eſt criblée d'interſtices refléchit cet-cette balle. J'avouë, répondrois-je, que les deux parois, l'un de brouſſailles, l'autre de pierres unies, ont leurs interſtices; mais il n'y a aucune comparaiſon à faire, ni aucune conſéquence à tirer des uns aux autres à cauſe de l'extrême différence qui eſt entr'eux. Une ſurface propre à modifier la lumiére par les différentes réflexions qui produiſent les teintes variées des couleurs, eſt toute ſillonnée d'interſtices larges, profonds, fort ouverts; la ſurface unie d'un miroir n'a en comparaiſon que des pores fort

petits ; & c'eſt ce qui rend leurs effets ſi différents à la vûë, puiſque la ſurface du corps coloré forme ſes couleurs par des réflexions inégales, & que la ſurface d'un miroir par des réflexions conſtantes renvoie la lumiére telle qu'il la reçoit, & refléchit les couleurs qui y arrivent toutes formées, ſans y cauſer aucun changement.

3. Voici une objection qui eſt, au premier aſpect, très-ſpécieuſe. *Cette hypothéſe, que les différentes couleurs procédent de la raréfaction ou condenſation de la lumiére, ne peut ſubſiſter*, dit Mariotte, *puiſqu'à quelque diſtance qu'on reçoive la lumiére rouge, elle demeure toujours rouge, & cependant elle eſt beaucoup plus dilatée à une diſtance de deux cents piés que celle qui fait le violet, ne l'eſt à une diſtance de cinq ou ſix piés.* *Mariot. des couleurs, part. 1. expér. 3.*

Un trait de lumiére, dont une couleur quelconque eſt déterminée, la porte fort loin ſans ſe diſſiper par le mélange des deux autres éléments ni même s'affoiblir, parce que les files contigues de globules durs & ſphériques perſiſtent longtems dans le même état ſans admettre entr'elles une plus grande quantité des deux autres éléments que celle qui a donné lieu à former cette couleur. Ainſi le violet refléchi ſera du violet à une diſtance

de deux cents piés de même que du rouge, l'un & l'autre perſévérant dans le même degré de raréfaction. Il n'en eſt pas de même d'un trait lumineux réfracté par une lentille ou par un priſme : car comme ſes couleurs ſont produites, parce que l'inſtrument réfringent le briſe, les faiſceaux lumineux ſont décompoſés & entr'ouverts ſous différents angles par cette réfraction : ce qui change en eux la raréfaction, le mélange des deux autres éléments, & par conſéquent les couleurs à différentes diſtances : mais la même choſe n'arrive pas au raïon ſéparé & dont la couleur eſt fixée, juſqu'à ce qu'une grande diſtance ou une réfraction hétérogéne faſſe diſparoître ou change ſa couleur.

4. N'omettons pas l'objection qui eſt la plus favorable au ſyſtême Newtonien. *Parmi les raïons rompus par un priſme, prenez avec un verre lenticulaire bleu le ſeul raïon rouge : portez-le avec votre loupe bleuë ſur un carton blanc, il conſerve toûjours ſa couleur rouge. Cette couleur, en paſſant par un verre bleu, n'eſt point altérée.* On donne cette expérience comme une des plus déciſives que chaque raïon porte en particulier ſa couleur propre & invariable : mais loin de donner aucune atteinte à notre hypothéſe, elle

y paroît très-conforme. Une lentille eſt bleuë, parce qu'elle refléchit des raïons affoiblis par le mélange d'une matiére non lumineuſe, de maniére qu'ils excitent dans l'organe la ſenſation d'une couleur bleuë. Voilà l'effet que cette lentille opére à l'égard des faiſceaux lumineux par la réflexion. Les raïons qui paſſent par des verres colorés ne ſe teignent point de la couleur de ces verres ; car l'effet de la réflexion n'a rien de commun pour produire une même couleur, avec l'effet de la réfraction. L'expérience & notre hypothéſe ſont encore d'accord. Recevez ſur un corps blanc à une diſtance un peu éloignée, & hors de portée de la réflexion d'un verre bleu, un trait de lumiére que vous aurez fait paſſer par ce verre, il n'en aura pas la moindre teinture. La couleur bleuë d'un verre, cette diſpoſition de ſa ſurface n'influë en aucune maniére ſur la réfraction du faiſceau lumineux qui traverſe ſes interſtices. Vous m'objectez vivement qu'en tenant une loupe bleuë auprès d'un papier il vous paroît bleu, mais ne vous y trompez pas ; ce ne ſont pas les raïons qui ont traverſé cette loupe qui communiquent au papier cette couleur bleuë, mais ceux qui ont été refléchis par la ſurface de la loupe tournée de ce côté. Ainſi la couleur

bleuë d'une lentille ne doit produire aucun effet dans la réfraction d'un raïon rouge ; & ſi vous faites paſſer par cette lentille un raïon qui vient d'être rompu & ſéparé d'un faiſceau de lumiére par un priſme qui eſt pareillement de verre, & qui a ſes interſtices homogénes à ceux de cette lentille, le raïon rouge ſéparé, qui a traverſé les uns, doit traverſer les autres avec la même facilité & ſans qu'il arrive en lui aucun changement ; comme une matiére qui vient de paſſer par un tamis ne ſera point changée, ſi vous la faites paſſer par un ſecond tamis ſemblable.

Comme M. Baniéres a combattu notre hypothéſe avec beaucoup de force, ſuivons ſes objections : nous l'aurons miſe en ſûreté contre toute attaque, ſi nous parons tous les coups que cet habile Phyſicien lui a portés. 5. *Le mélange de la lumiére & de l'ombre*, a-t-il dit, *ne fait point les couleurs. Si quelqu'un regarde de nuit & à la faveur d'une ſeule bougie un de ces beaux & magnifiques tableaux, que le bon goût & le rare génie d'un grand Prince a raſſemblés dans le Palais-Royal, le Lazare, par exemple, cet homme diſtinguera les couleurs du tableau. Suppoſons préſentement qu'on allume pluſieurs bougies les unes après les autres dans la galerie où eſt ce*

Préf. du tr. phyſiq. de la lum. & des coul.

tableau, les couleurs paroiſſent plus vives & plus fortes au ſpectateur, mais non pas d'une eſpéce différente. Il y a quelques couleurs que l'ombre non-ſeulement affoiblit, mais qu'elle fait paroître fort différentes. Le verd dans l'obſcurité devient noir, & le rouge devient brun. Mais il faut convenir que s'il y a aſſez de clarté pour voir du rouge & du verd, ces couleurs demeureront les mêmes, quelque augmentation de lumiére qui ſurvienne, allumât-on mille bougies de plus. Auſſi avons-nous remarqué que l'expreſſion *d'ombre* emploïée dans l'ancienne hypothéſe eſt fort impropre. L'ombre peut être diſſipée par une lumiére plus forte : ce n'eſt pas cette eſpéce d'ombre dont le mélange avec la lumiére fait les couleurs ; c'eſt le mélange des globules avec les deux autres éléments, le mélange des raïons de lumiére avec une matiére non lumineuſe, que le plus grand éclat de la lumiére ne peut rendre lumineuſe. Car il faut ſe garder de confondre la force ou l'affoibliſſement de la lumiére avec ſa condenſation ou ſa raréfaction. De la promptitude, de la roideur & de l'abondance des vibrations dépend la force, l'éclat (1) de

(1) *L'éclat d'une couleur peut s'entendre de deux maniéres : ou c'eſt une plus grande clarté, qui ne change pas la couleur ; ainſi du rouge*

la lumiére ; du mélange des globules avec les deux autres éléments, c'eſt-à-dire, de la condenſation ou de la raréfaction de la matiére lumineuſe dépend le caractére, la détermination des couleurs. L'un n'a rien de commun avec l'autre, ſi ce n'eſt dans la rencontre de quelque faux jour, qui peut bien altérer quelquefois les couleurs ; parce que dans l'obſcurité la matiére lumineuſe n'a pas le degré de force ou de vibrations néceſſaire pour faire impreſſion ſur l'organe. Mais la couleur étant une fois formée, ſon caractére étant décidé par le mélange des globules & de la matiére non lumineuſe, en ſuppoſant une lumiére ſuffiſante (car cette condition eſt le fondement de toute couleur) vous allumeriez mille bougies de plus, que le premier & le troiſiéme éléments ne deviendroient pas lumineux, & que leur mélange avec les globules ne ceſſeroit pas de donner la même détermination au raïon coloré. C'eſt par cette raiſon que je n'ajoûte pas, comme le P. Regnault, dans l'hypothéſe des couleurs, les vibrations plus ou moins promptes au mélange de la lumiére & de l'ombre,

* *éclairé par vingt bougies a plus d'éclat que du rouge éclairé par une ſeule : ou la couleur eſt plus vive, plus éclatante par elle-même ; ainſi le blanc a plus d'éclat que le violet.*

parce que ces vibrations plus ou moins promptes n'influent que ſur la force & l'éclat de la lumiére & non ſur ſa condenſation ou raréfaction, dont dépend le charactére de la couleur.

6. *Si les différentes ſurfaces reſtéchiſſantes donnoient aux raïons de nouvelles modifications qui fuſſent propres à exciter en nous les ſenſations de couleurs, en ſorte que, par exemple, un certain corps parût verd, parce qu'il donne à la lumiére qu'il reſiéchit, une diſpoſition propre à exciter en nous la ſenſation du verd, ce corps donneroit la même diſpoſition à toute ſorte de raïons, c'eſt à-dire, qu'il paroitroit verd, tant que le tiſſu de ſes parties ſeroit le même. Mais la choſe n'arrive pas ainſi: car ſi vous expoſez ſucceſſivement un corps verd ou d'une autre couleur à toutes les couleurs priſmatiques, il paroîtra toûjours teint de la couleur dans laquelle il ſera plongé. Expoſé à la couleur rouge, il paroîtra rouge, &c.* *Tr. phyſiq. de la lum. & des coul. ch. 4. prop. 3.*

La réponſe à cette objection eſt la même que nous avons faite ci-deſſus à l'expérience du raïon qui conſerve ſa couleur, rouge par exemple, en paſſant par une loupe bleuë: il faut diſtinguer la lumiére dans ſon état naturel, & un raïon teint par la réfraction qu'il vient d'eſſuïer. Une ſuperficie plongée dans une lumiére indifférente à recevoir toute ſorte de couleur

donnera toûjours aux raïons refléchis les mêmes modifications, elle leur communiquera toûjours ſa livrée uniforme : mais un raïon déterminé par la réfraction à une couleur priſmatique ne la change pas facilement ; il faut pour la lui faire quitter, une autre réfraction hétérogéne, qui mélange différemment les globules avec les deux autres éléments.

Traité phyſ. de la lum. & des coul. ch. 4. prop. 1.

7. On allégue différentes expériences qui dépendent d'un même principe. *Si après avoir regardé le ſoleil on ferme les yeux, ou qu'on paſſe dans un lieu obſcur, ſi l'on conſidére les raïons de cet aſtre dans les interſtices que laiſſent entr'elles les feüilles d'un arbre touffu, & que l'œil ſoit placé dans la ligne directe de ces raïons ; ſi ces raïons du ſoleil entrent dans une chambre obſcure par un petit trou, & que le ſoleil, le trou, & l'œil ſoient dans la même ligne, on voit les raïons du ſoleil colorés de rouge, de jaune, de verd, &c. Ces raïons n'ont reçu aucune modification des corps qu'on nomme colorés ; aucune réflexion n'a agi ſur la lumiére : elle contenoit donc en elle les raïons colorés ; & toutes les ſuppoſitions inventées avant Newton ſont détruites.* Ces expériences prouvent de plus en plus que les couleurs ſont des modifications de la lumiére par le mélange des globules & des deux autres éléments. Si l'on paſſe dans

un lieu obſcur, après avoir eu l'organe fortement frappé des vibrations du ſoleil, l'impreſſion qui en reſte ſe rallentit peu à peu par l'action plus modérée d'une lumiére foible ou par une entiére obſcurité : & pendant que cette violente impreſſion dure, l'organe eſt affecté de la même maniére que ſi des couleurs réelles agiſſoient ſur lui : mais cette ſenſation eſt ſimplement dans l'organe, comme une ſuite des fortes vibrations qu'il a ſouffertes ; aucuns raïons du ſoleil ni aucunes couleurs effectives n'y contribuent alors.

Si l'œil, & les raïons du ſoleil introduits dans des branches touffues, ou dans le trou d'une chambre obſcure, ſont placés ſur une même ligne, il voit alors, par une raiſon différente, un grand nombre de couleurs; & ces couleurs ſont réelles : mais ce n'eſt pas une raiſon pour en conclure que les raïons du ſoleil les portaſſent en eux-mêmes indépendamment de toute modification ; on doit en inférer, au contraire, que la raréfaction des globules par la matiére non lumineuſe contenuë entre les feüillages & dans la chambre obſcure, a introduit ces couleurs dans les raïons. Car il n'eſt pas toûjours beſoin d'une réflexion pour produire des couleurs : le priſme n'en eſt-il pas

une preuve ? Sa réfraction les fait naître auſſi ; elles ſont occaſionnées par tout mélange des globules avec une matiére non lumineuſe qui tempére les raïons.

Il ne nous ſera pas plus difficile de répondre aux inductions que M. Baniéres tire de la ceſſation des couleurs dans le foyer d'une lentille & de leur reproduction au-delà du foyer, en ſorte que ce qui étoit à droite ſe trouve à gauche. *Chap. 4. prop. 4.* *Si les couleurs*, dit-il, *conſiſtent dans une modification accidentelle des raïons, diſpoſition qu'ils reçoivent des corps refléchiſſants & réfringeants, qu'eſt devenuë cette prétenduë modification, lorſque nous avons conſideré ce trait de lumiére au foyer de la lentille ? il faut ſans doute qu'elle ait été détruite ; car nous n'avons apperçu aucune couleur en cet endroit. Mais ſi elle a été détruite, quel agent, quelle cauſe leur a donné de nouveau cette modification ? car les couleurs reparoiſſent au-delà du foyer. Quelque ſubtilité qu'on emploie, on ne réſoudra jamais la difficulté.* Il n'eſt beſoin d'aucune ſubtilité, qui d'ordinaire eſt peu d'accord avec le vrai. Imaginons ſeulement de petits bâtons qui ſe croiſent en tout ſens, paſſant au-deſſus & à côté les uns des autres. La couleur eſt ſuſpenduë au foyer, où ces petits faiſceaux lumineux ſont trop affaiſſés, trop confondus,

pour donner des couleurs qui dépendent du mélange de cette matiére lumineuſe avec les deux autres éléments. Et d'ailleurs il ne ſe trouve à ce foyer aucun corps capable de rendre par la réflexion les couleurs ſenſibles: car on ne voit point les couleurs dans l'air, ni dans un corps tranſparent ; parce qu'alors les faiſceaux lumineux ne ſont pas pouſſés en ligne droite contre notre organe. Au-delà du foyer, les petits bâtons venant à ſe démêler, reproduiſent les mêmes couleurs par un égal mélange d'une matiére non lumineuſe, ils font entr'eux les mêmes angles, & ils tracent à droite ce qui étoit à gauche, par un effet naturel & néceſſaire du croiſement. Ainſi le phénoméne, loin de préſenter une difficulté inſoluble, nous donne une démonſtration géométrique de l'hypothéſe.

Et pour achever de répondre aux objections de M. Baniéres, *ſi vous placez près du priſme le papier qui reçoit le trait de lumiére rompu dans ce milieu réfringeant, il n'y paroît aucune couleur* : parce que les faiſceaux lumineux trop ſerrés ne ſont point encore raréfiés par le mélange d'une matiére non lumineuſe : *& en éloignant le papier, on voit les couleurs* produites par le mélange, les angles de la réfraction venant à s'ouvrir davantage.

Il y a donc trois choſes à conſidérer dans les couleurs : 1. une vibration aſſez forte par le corps lumineux, pour que le raïon de lumiére produiſe une clarté ſuffiſante : 2. le mélange des globules avec les deux autres éléments, qui ſeul charactériſe la couleur : 3. l'émotion de l'organe d'une maniére qui réponde à la ſenſation de la couleur particuliére. Cette derniére cauſe peut quelquefois faire appercevoir comme préſentes des couleurs qui n'ont aucune réalité ; elle peut ſeule opérer la viſion des couleurs dans pluſieurs circonſtances. Preſſez-vous l'œil d'un côté avec le doigt, vous verrez, de l'autre côté du même œil, une eſpéce de rouge foncé avec de l'aurore. L'organe, ainſi que nous venons de l'obſerver, a-t-il été fortement ébranlé par les vibrations d'un corps lumineux ? L'émotion dure quelque tems après que les vibrations ont ceſſé ; & cette émotion, en ſe rallentiſſant, fait voir différentes couleurs. De la même eſpéce à peu près ſont les couleurs appellées *phantaſtiques*, tracées par la force de l'imagination, ou par le cours irrégulier des particules animées, dans quelque maladie.

Le P. Caſtel a prétendu faire uſage de la propriété harmonique des couleurs, pour une peinture harmonique & réelle

des ſons : & cette idée l'a conduit à inventer des clavecins pour les yeux & les autres ſens. Un ſimple mouvement des couleurs, avec quelque entente qu'on les aſſortiſſe, ne pourroit donner que des ſonates ; & je me repréſenterois plutôt comme une muſique parfaitement expreſſive, un aſſemblage de beaux tableaux, qui traiteroient des ſujets diverſifiés & intéreſſants. *Mercur. Novemb. 1725. Févr. Mars & May 1726. Mémoir. de Trév. Août 1735. part. 2. &c.*

Le ſens de l'oüie a donné auſſi beaucoup d'exercice à la ſubtilité des Phyſiciens. Le ſon eſt un frémiſſement du corps ſonore : il conſiſte dans des vibrations vives & promptes de ſes parties inſenſibles, miſes en reſſort les unes après les autres par la répercuſſion. La cauſe, qui produit le ſon, cauſe dans l'air à peu près le même effet qu'une pierre jettée dans l'eau. Il ſe forme pluſieurs cercles enveloppés les uns dans les autres, qui portent le ſon de tous côtés à l'entour. C'eſt une vertu élaſtique qui produit le tremblement & les vibrations des corps ſonores. Toute agitation de l'air ne produit pas du ſon : il y faut une réciprocité de mouvement dans les particules de l'air, un retour ſur lui-même, des allées & venuës comme d'une corde tenduë d'un inſtrument, qui étant tirée de ſon état de repos, paſſe & repaſſe au-delà du lieu qu'elle occupoit. Obſervation ſur le ſon.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1737.

» Suivant l'hypothéſe de M. de Mai-
» ran, l'air en tant que véhicule du ſon,
» eſt un aſſemblage d'une infinité de par-
» ticules de différente élaſticité, dont les
» vibrations ſont anologues par leur du-
» rée à celles des différents tons du corps
» ſonore. Entre toutes ces particules, il
» n'y a que celles de même eſpéce, de
» même durée de vibrations, & à l'uniſ-
» ſon du corps ſonore, qui puiſſent re-
» tenir les vibrations ſemblables de ce
» corps, & les tranſmettre juſqu'à l'o-
» reille. La plus petite maſſe d'air ſenſi-
» ble contient pluſieurs de ces particules
» de même eſpéce; & toutes leurs vi-
» brations à la fois, ou les frémiſſements
» de la maſſe dans toutes ſes parties, ne
» peuvent produire que le ſon en géné-
» ral ou le bruit. On ſçait, dit M. de
» Mairan, que lorſque deux cordes ſont
» montées à l'uniſſon ſur le même inſtru-
» ment ou ſur deux inſtruments diffé-
» rents, l'une ne ſçauroit être touchée,
» ſans que l'autre ne réſonne & ne fré-
» miſſe ſenſiblement, pendant que l'on
» n'apperçoit rien de pareil ſur celles de
» différent ton. On peut rendre cette ex-
» périence plus complette, en ſe ſervant
» de deux clavecins placés à côté l'un de
» l'autre, & exactement accordés au mê-
» me ton. Car ſi l'on fait jouer quelque

» piéce de muſique ſur l'un des deux, on
» l'entendra ſur l'autre, comme une
» nuance ou une idée légére de ce qui ſe
» paſſe ſur le premier. J'omets quelques
» précautions qu'il y a à prendre pour
» écarter tout ce qui pourroit amortir
» le ſon de ces inſtruments, & ſurtout
» à l'égard de celui qui n'eſt deſtiné qu'à
» répéter les airs joüés ſur l'autre. Mais
» ſi le ſon vigoureux du clavecin actuel-
» lement touché, & ſon retentiſſement
» qui ſe mêle ſans ceſſe avec le foible
» écho du ſecond, faiſoient craindre en-
» core ici quelque illuſion, & rendoient
» ſuſpect le jugement de l'oreille, on
» peut y ajouter celui des yeux. C'eſt ce
» qu'on ſe procure, en mettant de petits
» chapperons de papier ou de fil d'ar-
» gent ſur quelques-unes des cordes du
» ſecond clavecin, c'eſt-à-dire, ſur celles
» qui doivent revenir le plus ſouvent, en
» conſéquence du ton & du mode ſur le-
» quel on a deſſein de joüer : car on ver-
» ra ces petits corps tremblotter, lorſ-
» que les mêmes cordes à l'uniſſon ſur le
» premier clavecin viendront à être é-
» branlées. Il ne ſçauroit y avoir deux avis
» ſur la cauſe de cet effet. Une premiére
» vibration de l'air ne peut ébranler
» qu'imparfaitement la corde tenduë
» quelconque qu'il vient frapper : il y

» faut un grand nombre de vibrations
» ſemblables & de ſecouſſes réitérées
» coup ſur coup pour que l'ébranlement
» devienne ſenſible. Et qu'arrive-t-il alors
» à pluſieurs cordes différemment ten-
» duës ou de différents tons, & toutes
» également expoſées aux impulſions de
» l'air ? Les unes, ſçavoir les cordes à
» l'uniſſon du corps ſonore, celles dont
» les vibrations vont & viennent comme
» les vibrations de l'air & du même cô-
» té, reçoivent à chaque inſtant une nou-
» velle ſecouſſe, qui accélére leur mou-
» vement de plus en plus, juſqu'au point
» de devenir ſenſible. Les autres, les cor-
» des d'un ton différent, & dont les al-
» ternatives, les allées & les venuës ne
» ſe font pas tout de ſuite comme celles
» de l'air & du même côté, émouſſent
» ou interrompent, d'intervalle en inter-
» valle, par des directions contraires,
» l'effet des impulſions de l'air ; & le
» mouvement, qu'elles en reçoivent, ne
» ſçauroit jamais acquérir le degré de
» force qu'il faut, pour devenir ſenſible :
» ainſi l'on entend les unes, on les voit
» frémir, & l'on n'entend point les au-
» tres, elles paroiſſent dans le repos. Les
» parties & les raïons toniques, de dif-
» férente vibration que M. de Mairan
» admet dans l'air, ſont comme autant

» de cordes du ſecond clavecin, ébran-
» lées par les vibrations des cordes du
» premier, qui eſt le corps ſonore. Ne fau-
» dra t-il point, ajoute-t-il, ſuppoſer dans
» l'organe de l'ouie quelque choſe de
» tout ſemblable à ce que nous ſuppo-
» ſons dans l'air, des fibres de différen-
» tes vibrations & de différents tons ? Un
» pacquet de fibres ne ſçauroit être ébran-
» lé en même tems par des vibrations de
» différente viteſſe, ſi ces fibres ſont tou-
» tes de même élaſticité : encore moins
» la même fibre, qui n'eſt qu'une corde
» tenduë, peut-elle fremir en même
» tems, avec différentes viteſſes, comme
» *ut* par exemple & comme *ſol*. Il fau-
» dra donc qu'il y ait, dans l'organe de
» l'oüie, autant de ces fibres de différen-
» te fréquence dans leurs vibrations,
» qu'il y a de cordes & de tons poſſibles
» dans l'inſtrument le plus parfait, ou
» qu'il y a en nous de perceptions corref-
» pondantes à ces divers tons. C'eſt auſſi
» la réponſe de M. de Mairan. L'organe
» immédiat de l'oüie eſt, en effet, on
» peut le dire, un véritable inſtrument
» de muſique, comme l'œil eſt une vraie
» lunette d'approche. C'eſt une ſorte de
» clavecin formé d'une ſubſtance dure,
» oſſeuſe, & propre à refléchir le ſon,
» dont la capacité remplie d'air & fort

» large d'un côté ſe termine en pointe de
» l'autre, dans lequel ſont tenduës une
» infinité de cordes, qui par leurs diffé-
» rentes longueurs & leurs différentes
» tenſions, ſont en état de fournir aux
» rapports & aux vibrations de touts les
» tons poſſibles. «

Je ne puis être de l'avis du ſçavant Académicien. Je n'apperçois aucune néceſſité, aucune apparence même, de multiplier à un tel point la différence des reſſorts dans une même maſſe d'air, d'y introduire des élaſticités qui ſoient différentes par elles-mêmes, & antérieurement aux impreſſions qu'elles reçoivent des frémiſſements des corps ſonores. Il a été prouvé que les particules de l'air n'ont par elles-mêmes ni couleurs ni réfrangibilités qui leur appartiennent en particulier ; elles n'ont pas davantage d'élaſticités & de tons qui leur ſoient propres. Les raïons toniques ne doivent pas moins diſparoitre, que les raïons colorés par eux-mêmes. Et quoiqu'il y eût peut-être plus de vraiſemblance à ſuppoſer dans l'organe de l'oüie ces fibres de différente élaſticité, qui répondent aux différentes vibrations & aux différents tons, je ne trouve encore aucune néceſſité d'admettre tant de parties d'organes deſtinées à différents uſages.

Mais après avoir expoſé l'opinion de M. de Mairan, il faut examiner ſur quels principes il l'établit. » Il m'a toujours » paru impoſſible, dit-il, de concevoir » comment pluſieurs tons différents » pourroient ſe faire entendre dans le » même tems ; comment pluſieurs voix, » par exemple, qui chantent en partie » dans un concert, ou pluſieurs cordes » de différents tons qu'on touche à la » fois, imprimant, pour ainſi dire, cha- » cun de leurs tons ſur l'air immédiat qui » les environne, & celui-ci les commu- » niquant à la ronde & de proche en » proche à l'air qui le ſuit, ces tons & » par conſéquent autant de frémiſſe- » ments de différente durée étoient por- » tés fidélement & ſans confuſion juſqu'à » l'oreille. Car ſi l'on ſuppoſe, comme » il a été reçu juſqu'ici, que les particu- » les de l'air, qui ſont le véhicule du ſon, » ne diffèrent point entr'elles à cet égard, » ſi ce ne ſont qu'autant de reſſorts à l'u- » niſſon & de même tenſion entr'eux, » comment la même maſſe d'air pourra- » t-elle recevoir, en même tems, les vi- » brations de différentes durées propres à » chaque ton, & les tranſmettre juſqu'à » l'organe de l'oüie ? Par exemple, on » frappe l'accord parfait de tierce ma- » jeure & de quinte, *ut*, *mi*, *ſol* ; ſi l'air,

» pour retenir l'impreſſion du ton fonda-
» mental *ut*, doit faire cent vibrations
» par ſeconde, il en devra faire cent
» vingt-cinq pour la tierce & cent cin-
» quante pour la quinte, en raiſon de cinq
» à quatre pour l'une, & de trois à deux
» pour l'autre. Mais la même maſſe d'air
» peut-elle faire 125. & 150. vibrations,
» tandis qu'elle n'en fait que 100 ? Peut-
» elle frémir avec trois viteſſes détermi-
» nées & différentes à la fois ? Et ſi l'on
» dit que ces viteſſes réſident en des por-
» tions différentes de cette maſſe, je de-
» mande qu'eſt-ce qui détermine cette
» portion plutôt que cette autre à faire
» 125. vibrations, ou 150. quand l'autre
» n'en fait que 100, puiſqu'elles ſont tou-
» tes ſuppoſées de même reſſort, toutes à
» l'uniſſon par elles-mêmes ? D'ailleurs,
» & indépendamment de ce concours de
» deux ou de pluſieurs tons à la fois, tout
» reſſort n'a-t-il pas des contractions &
» des exploſions d'une durée fixe & in-
» variable, tant qu'il ne change ni de fi-
» gure ni de maſſe ? «

Ces principes roulent ſur deux points ; concours de tons différents en même tems ; contractions & exploſions des reſſorts d'une durée fixe & invariable. La force du ſon dépend de la grandeur & de la force des vibrations ; la qualité

ou la gravité du ſon dépend de leur durée. Ces différents effets des vibrations ſe prouvent par l'exemple même de deux cordes à l'uniſſon. Si leur tenſion égale & leur figure ſemblable les diſpoſent à recevoir les impreſſions des mêmes ſecouſſes de l'air, l'une étant ébranlée communique à l'autre quelque mouvement. Mais cette conformité d'impreſſions & & de ſecouſſes eſt cauſée uniquement par l'égalité de tention & de figure des deux cordes, ſans qu'aucune diſpoſition particuliére du milieu ou de l'air intermédiaire y contribuë en rien. *On ſçait*, dit M. de Mairan, *que les vibrations plus ou moins promtes du corps ſonore, d'une corde, par exemple, ſelon qu'elle eſt plus ou moins tenduë, donnent un ton plus haut ou plus bas.* C'eſt donc un principe reconnu de touts les Phyſiciens, & dont je ne penſe pas qu'aucun de ceux qui joüiſſent du ſens de l'oüie puiſſe diſconvenir, qu'il y a des ſons plus forts & d'autres plus foibles, plus graves ou plus aigus, plus ou moins accélérés, & de différentes durées. Il n'eſt pas moins ſenſible par l'expérience que la même corde eſt ſuſceptible de tons plus forts ou plus foibles, plus graves ou plus aigus. Le même méchaniſme s'exécute dans les particules de l'air. Une maſſe d'air peut recevoir de

l'archet, du ſouffle, ou de la voix, des impreſſions plus fortes ou plus foibles, plus promtes ou plus lentes. Mais il n'y a nulle apparence de penſer, qu'au milieu de la maſſe d'air frappée par l'archet, le ſouffle, ou la voix, l'impreſſion n'en ſoit reçuë que de certaines parties, montées par elles-mêmes à l'uniſſon de l'harmonie qui ſe fait entendre. Il y aura, dans un concert, un concours de tons differents en même-tems; ils ſortiront de maſſes d'air differentes, dont chacune en particulier aura reçu une ſorte d'impreſſion, quoiqu'elle fût également propre à en recevoir une oppoſée. La maſſe d'air ſortie d'un goſier qui exécute le deſſus, n'eſt pas la même que celle qui part du goſier qui chante la baſſe. La maſſe d'air dont les lames ſpiritales ſont miſes en mouvement par un archet, n'eſt pas celle dont les frémiſſements ſont excités par les autres inſtruments. Ce n'eſt donc pas la même maſſe d'air qui fait par ſeconde cent vibrations, cent vingt-cinq, & cent cinquante, ni qui frémit avec trois viteſſes déterminées & differentes à la fois.

Mais ſi ces viteſſes réſident en des portions d'air differentes, M. de Mairan demande *qu'eſt-ce qui détermine cette portion plutôt que cette autre à faire cent vingt-*

cinq vibrations ou cent cinquante, quand l'autre n'en fait que cent, puiſqu'elles ſont toutes ſuppoſées du même reſſort, toutes à l'uniſſon par elles mêmes ? Ce ſont les vibrations différentes plus ou moins (1) fortes & plus ou moins promtes des

(1) *On voit par un calcul exact de Dodart, que pour touts les tons & les demis-tons d'une voix ordinaire, pour toutes les petites parcelles de tons dont elle peut hauſſer une octave ſans ſe forcer, pour le plus ou le moins de force qu'on peut donner au ton ſans le changer, il faut néceſſairement ſuppoſer que le petit diamétre de la glotte, qui eſt de moins d'une ligne, & qui change de longueur à touts ces changements, eſt actuellement diviſé en 9632. parties, que même ces parties ne ſont pas toutes égales, & que par conſéquent quelques-unes ſont beaucoup plus petites que la neuf mille ſix cents trente-deuxiéme partie d'une ligne. Dans tout ce calcul, Dodart s'arrête fort au-deſſous de l'étenduë des plus grandes voix, de la ſouſdiviſion qu'on peut faire de chaque ton en bien plus de 49. parties, & des diminutions ou affoibliſſements qu'on peut donner aux tons, dont les nuances ſont innombrables en rigueur, & qu'il réduit ſeulement à quatre pour chaque ton. Il eſt encore à remarquer ſur ce calcul, que ſi quelqu'un le trouve outré, il n'a qu'à conſidérer qu'il s'agiſſe de la glotte d'un deſſus qui ne peut guéres avoir dans la voix actuelle qu'un quart de ligne d'intervalle : ce qui quadrupleroit le nombre expliqué. Hiſt. & Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1700. Ce calcul, comme bien d'autres, me paroit un peu ſuſpect : car nous ne ſommes pas aſſurés que toutes les différences de tons viennent de l'orifice de la glotte.*

corps qui produiſent le ſon. Une même lame ſpirale, un même reſſort peut être différemment comprimé. Je puis plier une lame d'épée, ſeulement par une légére inflexion, ou juſqu'à en faire un demi-cercle, ou même davantage.

Je paſſe à la ſeconde preuve de M. de Mairan. *Indépendamment du concours de deux ou de pluſieurs tons à la fois*, dit-il, *tout reſſort n'a t-il pas des contractions & des exploſions d'une durée fixe & invariable, tant qu'il ne change ni de figure ni de maſſe* ? Premiérement je nie le principe. Un reſſort n'a pas ſes contractions ni ſes exploſions d'une durée fixe & invariable: au contraire, un reſſort eſt tantôt plus comprimé & tantôt moins; les parties élaſtiques reprennent leur forme plus vite ou plus lentement. En ſecond lieu, le principe ne ſeroit pas applicable ici; car l'archet & la voix change la figure & la maſſe de l'air qu'ils mettent en mouvement.

La propagation du ſon fort ou foible ſe fait toujours en tems égal à même diſtance. Le ſon, qui eſt aſſez fort pour ſe faire entendre à dix lieuës à la ronde, ne parcourra pas avec plus de viteſſe la premiére lieuë que la ſeconde ou la dixiéme. Ainſi le bruit du canon, qui va plus loin que le bruit du mouſquet, ne

va pas plus vite. Si le bruit du canon va plus loin, c'eſt que ſe communiquant à une plus grande maſſe d'air, il ſurmonte mieux l'air qui s'oppoſe à ſa propagation; & s'il ne va pas plus vite, ce n'eſt pas que la contraction ou l'exploſion des reſſorts, dans leſquels conſiſte le ſon, ſoit toujours iſochrone à elle-même, toujours de la même durée dans le même reſſort, ſoit qu'il ait été fortement ou foiblement comprimé; car nous avons l'expérience du contraire dans les cordes, même également tenduës, qui frémiſſent avec des viteſſes différentes, & qui accélérent leur mouvement, ou le rallentiſſent, en ſorte que leurs allées & venuës ne s'étendent pas toujours ni à la même étenduë d'eſpace, ni à la même durée de tems. Mais le ſon, qui va plus loin, ne paroît pas aller plus vite, parce que la différence du tems de ſa propagation eſt imperceptible dans de petites diſtances, ou que ſi les diſtances ſont plus étenduës, on compare deux ſons dont les cauſes ſemblables leur ont imprimé une égale viteſſe; comme lorſque le bruit d'un canon & celui d'un mouſquet arrivent en même-tems à deux mille toiſes. Ce phénoméne n'eſt pas applicable à toutes les propagations du ſon; mais dans cette expérience particuliére, les lames ſpira-

les de l'air ne reçoivent pas une compreſſion moins forte de la poudre du mouſquet que de la poudre du canon; ainſi le bruit du mouſquet doit avoir la même viteſſe juſqu'à ce qu'il commence à ſe rallentir. Les derniéres expériences du ſon, faites par M. de Thury, portent que le ſon ſe tranſmet avec la même viteſſe, lorſqu'il parcourt un grand eſpace, que lorſqu'il en parcourt un plus petit ſans ſe rallentir : ce qui fait clairement entendre que lorſqu'il ſe rallentit, il a moins de viteſſe, & que par conſéquent la contraction & l'exploſion de ſon reſſort n'eſt pas iſochrone à elle-même.

Les différentes eſpéces de tons ont des viteſſes inégales. La propagation du ton aigu eſt beaucoup plus promte. L'expérience de Beſiers, ne laiſſe ſur cela aucun doute. Elle fut faite en 1723. ſur deux cloches telles que cinq vibrations de la grande répondoient à douze vibrations de la petite. On prit toutes les précautions poſſibles pour frapper les deux cloches en même-tems ; & 50. ou 60. coups aïant été frappés, le ſon aigu parvint toujours à quatre ou cinq cents toiſes plutôt que le ſon grave : quoique l'intervalle fût petit, il pouvoit être cependant très-diſtinctement remarqué. Mais de ce que le tranſport des ſons n'eſt pas iſochrone,

isochrone de ce qu'un ton a plus de viteſſe qu'un autre, il ne s'enſuit pas que les mêmes particules d'air différemment ébranlées, miſes en reſſort différemment, ne puiſſent pas fournir des élaſticités proportionnées à la différence des tons.

Il y a donc des vibrations *iſochrones*, *rentrantes* ou *hétérogénes*; & les mêmes parties d'air, ébranlées par les divers frémiſſements des corps ſonores, peuvent indifféremment y être emploïées. Les vibrations iſochrones ſe font en tems égaux; on appelle rentrantes, celles qui ne ſe faiſant pas en tems égaux, recommencent au moins en même tems; les hétérogénes ſont celles qui n'ont entr'elles aucun rapport ni de force ni de durée. Les vibrations iſochrones ou rentrantes ſe communiquent d'une corde à une autre par la conformité de leur figure & de leur tention.

Gaſſendi a fort inſiſté ſur l'analogie des ondes qui ſe forment ſur l'eau, avec les ondulations de l'air qui produiſent le ſon. Il a avancé même que les ondes, excitées par la chute d'une groſſe pierre, ne parvenoient pas plutôt à la rive ou au terme marqué, que celles qui avoient été excitées par une petite pierre. La Hire, ſuivant l'expérience rapportée dans ſes anciens mémoires de l'Académie,

Gaſſend. animadv. in lib. 10. Diog. Laërt.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. t. 10. p. 384.

trouva que le progrès des ondes formé par la chute d'une groſſe ou d'une petite pierre étoit toujours uniforme & de même viteſſe, qu'il donnoit toujours douze piés en huit ſecondes & demie ou environ. M. de Mairan, par des expériences contraires, a remarqué dans différentes ondes une viteſſe deux fois & demie ou trois fois plus grande.

Mais cette différence de viteſſe n'ôte pas les autres analogies des deux progrès; ſçavoir que les vibrations dans l'air, de même que les ondulations dans l'eau, naiſſent les unes des autres; que rencontrant un corps dur, elles ſe répandent au tour, en conſervant ſoit dans l'air, ſoit dans l'eau, les mêmes ondulations; qu'après avoir paſſé par un lieu fort étroit, elles s'étendent de nouveau dans l'un & l'autre élément, ſous la même forme d'ondulations qu'elles reprennent, après s'être reſſerrées dans le paſſage. Leibnits rejettoit abſolument toutes ces analogies d'ondulations, & toutes les ondes de l'air. Elles ſe trouvent, diſoit-il, dans un corps peu ſuſceptible de reſſort tel que l'eau, & qui par conſéquent, eſt d'une nature très-différente de la grande élaſticité de l'air. Elles ſe formeroient même dans un corps qui n'auroit point du tout de reſſort, & qui

ſeroit incapable de produire du ſon. Elles conſiſtent dans une partie conſidérable de matiére, au lieu que le ſon nait du mouvement des petites parties du corps ſonore, & qu'il n'eſt point détruit par le vent, comme le ſont les ondulations. Ainſi le ſon ſe forme, s'étend, & ſe fait ſentir uniquement par le trémouſſement du corps tendu & en reſſort. La percuſſion du corps ſonore eſt la cauſe éloignée du ſon ; le rétabliſſement de ce corps, & le trémouſſement de ſes particules en eſt la cauſe prochaine. On convient aſſez de ces principes pour la formation du ſon ; mais on n'en conçoit pas la propagation, ſans les ondulations ou quelque choſe d'équivalent ; & certainement dans le vuide, avec la percuſſion & le trémouſſement d'un corps, on n'entendroit point de ſon.

Mémoir. de Trév. Novemb. 1737. art. 107.

Kircher (1) & pluſieurs Phyſiciens, à ſon exemple, ont remarqué beaucoup d'analogie entre le ſon & la lumiére. L'air porte le ſon à notre oreille ; la matiére éthérée tranſmet la lumiére & les couleurs à nos yeux. Les vibrations excitées dans l'air par le corps ſonore & communiquées par l'air au nerf de l'oreille, font naître en nous la ſenſation

(1) *Kircher a donné au ſon la qualité de ſinge de la lumiére.*

du ſon ; les ſecouſſes imprimées à la matiére éthérée par le corps lumineux , & communiquées au nerf optique , ſont naître en nous la ſenſation de la lumiére & des couleurs. Les ſons paroiſſent plus ou moins forts , ſuivant la force des vibrations du corps ſonore ; la lumiére paroît plus ou moins vive , ſuivant la force des vibrations du corps lumineux. Le ſon eſt refléchi par les corps durs qui font entendre les échos , d'une maniére aſſez ſemblable à la réflexion de la lumiére par les ſurfaces polies qui renvoient les images des corps. L'un & l'autre ſe répandent par un milieu inviſible & impalpable quoique différent , le ſon étant tranſmis par l'air & la lumiére par l'éther : les ſons croiſent d'autres ſons , comme les raïons de lumiére croiſent d'autres raïons ſans ſe confondre : l'un & l'autre rempliſſent de leurs impreſſions tous les points de leur ſphére.

Mais il y a pluſieurs différences eſſentielles entre la lumiére & le ſon. La lumiére ne ſe tranſmet que par une vibration directe des raïons , ou une réflexion en ligne droite : le ſon ſe répand , comme les ondes , autour des corps opaques ; il ſe replie , comme elles , de touts côtés , & reflue à l'entour des obſtacles. Deux couleurs étant mêlées diſparoiſſent ; le

jaune & le bleu, par exemple, & il se forme une troisiéme couleur qui est le verd : il n'en est pas ainsi des tons ; le *fa* & le *la* résonnant ensemble, n'excitent point dans notre organe la sensation du *sol*. La différence des tons consiste dans la force des vibrations du corps sonore ; la variété des couleurs a une autre cause, qui est le différent mêlange des globules avec la matiére non lumineuse. La principale différence de la lumiére & du son, est que la diffusion de la lumiére est instantanée, parce qu'elle est transmise depuis le corps lumineux jusqu'à l'œil par une file droite de globules durs & contigus ; au lieu que la diffusion du son est successive, & que la viteſſe de son progrès est moindre que plusieurs viteſſes sensibles ; parce qu'il s'étend par la voie des ondulations qui se forment, suivant l'expression de M. de Mairan, *par voie de chutes & d'ascensions consecutives.*

On peut dire que toutes nos sensations sont analogues, en ce qu'elles consistent dans des mouvements, des vibrations, des ébranlements purement méchaniques : d'un autre côté, il n'y a point d'analogie proprement dite. La couleur, en tant que sensation, ne ressemble pas plus au son, que la viteſſe d'un corps à la figure, ou le poids à la saveur. *Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1737. p. 35.*

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1737.

M. de Mairan a ſuppoſé (après Leibnits) des fibres dans l'organe de l'ouie correſpondantes en particulier à toutes les conſonances. Il ne manque plus que d'en établir de pareilles dans le corps ſonore; & je m'étonne qu'on ne s'en ſoit pas aviſé, ſuivant le goût qui régne aujourd'hui, de diviſer toute la nature en particules hétérogénes, & d'une deſtination ſpécifique.

A l'égard des fibres de l'oreille, il n'y a véritablement aucune impoſſibilité que cela ſoit ainſi. M. de Mairan compare la ſtructure interne de l'oreille à un clavecin. Il faut, par une ſuite de l'hypothéſe, mettre auſſi dans le nerf optique des fibres analogues & correſpondantes ſeulement aux raïons qui portent certaines couleurs propres & invariables. Mais la vuë & l'oüie s'expliquent (1) d'une maniére plus ſimple, ſans ces fibres d'un uſage reſtreint & borné à une ſeule couleur ou à un ſeul ſon.

L'aïr paſſant par le conduit auditif,

(1) *J'expliquerai, dans une diſſertation particuliére, comment la ſenſation de la vuë s'opére dans l'organe viſuel; & j'établirai que l'objet ne ſe trace pas à la renverſe, ſuivant l'opinion générale des Phyſiciens & Anatomiſtes; mais que la réfraction des raïons par les humeurs de l'œil les conduit, ſans croiſement, juſqu'à la rétine.*

qui fait l'effet d'un portevoix, il augmente la force avec laquelle il agit sur la membrane du tambour : le marteau, dont le manche est attaché à cette membrane, communique son mouvement à l'enclume, & celle-ci à l'étrier. En même tems que l'etrier, qui ferme la fenêtre ovale du vestibule, est mis en mouvement par l'air de la caisse & par les vibrations de la membrane du tambour, la même chose arrive aux autres osselets de l'oreille. L'air contenu dans le labyrinthe s'agite, les membranes qui le tapissent, ou plutôt le nerf auditif doit nécessairement être ému. Ce nerf entre dans le labyrinthe par cinq orifices: étant entré il se dilate, & forme des expansions membraneuses dans le labyrinthe, dans le vestibule, & dans le limaçon. La lame spirale, qui divise le limaçon en deux rampes, & les membranes nerveuses, qui tapissent les cavités & les conduits du labyrinthe, sont les instrumens de l'oüie, & le labyrinthe le lieu où cette sensation se forme. La conque, les conduits sémi-circulaires, & le limaçon font l'effet de ces petites trompettes, dont les personnes sourdes se servent.

Explication de l'ouie. *Valsalva, du Verney, Nieuwentyt, M. Verdier.*

Nous avons déja remarqué, après Nieuwentyt, que les osselets de l'oreille, & entr'autres ceux qui composent le laby-

rinthe, ſont préciſément de la même groſſeur dans les enfans que dans les adultes, & qu'ils ne croiſſent pas, comme les autres os, avec le corps: la providence ayant prévenu la confuſion qui fût arrivée, ſi les inſtruments du ſon variant & groſſiſſant avec l'âge, les ſons dans des tems différents euſſent fait des impreſſions différentes ſur cet organe: & s'il y a quelque défaut naturel d'un côté, il ſe trouve dans la même partie à l'autre côté. Dieu a auſſi pourvû à ce que l'oreille toûjours ouverte eût de petites glandes, d'où coule continuellement une matiére épaiſſe & jaune. Elle eſt peu abondante; n'aïant d'autre uſage que de tenir ce conduit dans un degré d'humidité convenable, & d'arrêter par ſon amertume les inſectes, qui ſe gliſſeroient dans l'oreille.

Mémoir. de M. de Thury en 1738.

Les expériences, qui avoient été faites ſur la propagation du ſon, en France, en Angleterre, en Italie, ne s'accordant pas toutes enſemble, M. Caſſini de Thury les a exécutées dans des diſtances plus grandes. Par ces expériences, on a trouvé que le ſon dans un tems calme emploie une minute & près de vingt-cinq ſecondes à venir de Montmartre à Montlehéri, éloigné de 14636. toiſes: ce qui a donné la viteſſe du ſon de 173. toiſes en une ſeconde, & a été confirmé par

pluſieurs obſervations faites en divers autres endroits. Cette viteſſe, avant les derniéres expériences, étoit communément évaluée ſur le pié de 180. toiſes en une ſeconde. 2. On a obſervé que le ſon ſe tranſmet avec la même viteſſe, lorſqu'il parcourt un grand eſpace, que lorſqu'il en parcourt un plus petit ſans ſe rallentir. 3. Que le ſon ſe tranſmet avec la même viteſſe pendant le jour que pendant la nuit. 4. Qu'il a auſſi la même viteſſe dans des tems de pluie que lorſque le ciel eſt ſerein. 5. Que la viteſſe du ſon eſt égale, lorſque le bruit qui le produit eſt grand, que lorſqu'il eſt petit; lorſque la bouche du canon eſt dirigée vers le lieu d'où on l'entend, que lorſqu'elle eſt en un ſens contraire. 6. Que la viteſſe du ſon augmente, lorſque le vent eſt favorable, & qu'elle diminuë, lorſqu'il eſt oppoſé. Cette augmentation ou diminution de viteſſe a été jugée égale à celle que le vent avoit dans le tems des expériences : ce qui ſemble prouver que l'air eſt le véhicule du ſon. Dans toutes ces expériences, on a vû la lumiére du canon d'une grande vivacité, même à la diſtance de Montlehéri à Dammartin, qui eſt de 25000. toiſes; ce qu'on a auſſi remarqué, en allumant une ou deux livres de poudre dans l'air libre.

Ces expériences peuvent être utiles pour des ſignaux, qu'il eſt néceſſaire d'appercevoir de fort loin : elles peuvent être emploïées à déterminer les diſtances entre divers lieux, par l'intervalle de tems entre la lumiére & le bruit, & réduiſant cet intervalle en toiſes à raiſon de 173. par ſecondes.

On peut connoître à peu près, quelle eſt la diſtance de la foudre, en remarquant combien de fois le poulx bat, entre l'éclair & le bruit. Bat-il ſix fois ? le tonnere eſt environ à ſix mille pas. Cinq fois ? à cinq mille pas. Car le ſon, qui arrive par un progrès ſucceſſif, eſt parti de l'endroit où eſt le tonnerre, au même inſtant que l'éclair paroît ; & il fait environ mille pas pendant un battement de poulx, ou dans une ſeconde. La chute du tonnerre eſt preſque auſſi prompte que l'éclair, & prévient le bruit. *On ne peut être effraïé d'un coup de tonnerre*, dit Sénéque (1), *que lorſqu'on eſt échapé au danger.*

La diſpoſition d'une corde à être ébranlée par le mouvement d'une autre corde qui eſt à l'uniſſon, ſe rencontre en plu-

(1) Nemo unquàm fulmen timuit, niſi qui effugit. *Sen. natural. quaſt. lib. 2. c. 59. A la vérité, on pourroit avoir peur de l'éclair ; & n'être frappé qu'un inſtant après de la foudre.*

ſieurs autres exemples. Les vitres d'une maiſon tremblent ſenſiblement, toutes les fois qu'on bat la garde avec un certain tambour, & ne tremblent point, quand on la bat avec d'autres qui font plus de bruit.

Un certain traiſſaillement dans l'air fait plus d'effet que les vents impétueux. Le bruit d'un caroſſe ſemble quelquefois faire trembler les murs. Les piliers de l'Egliſe de S. Nicaiſe de Reims branlent, dit-on, au ſon des cloches de cette Egliſe.

Dans les armées, lorſqu'on craint d'être ſurpris, on met un dez ſur un tambour, & l'on voit ce dez ſauter, lorſque la cavalerie ennemie approche. La commotion de l'air cauſée par le mouvement des chevaux s'étend fort loin. *Journ. des Sçav. du Lundi 30. Août 1666.*

Pluſieurs phénoménes du ſon ont été beaucoup exagérés au-delà de leurs véritables circonſtances. On lit dans S. Clément d'Alexandrie, qu'il ſe trouve en Perſe trois montagnes ſituées au milieu d'une grande plaine ; qu'en approchant de la premiére on entend un bruit confus de combattants ; que près de la ſeconde, ce bruit paroît diſtinct & plus proche ; & qu'auprès de la troiſiéme, les cris des combattants ſe changent en cris de victoire & d'allégreſſe *Strom. lib. 6.*

Ol. Magn. lib. 11. de gentib. Septentr. c. de ſpecu horriſono.

Olaüs Magnus décrit une caverne de Finlande près de Vibourg, dans laquelle lorſqu'on jette un chien, ou quelqu'autre animal en vie, il en ſort un bruit ſi terrible & ſi violent, qu'il renverſe par terre touts ceux qui en approchent : en ſorte que ſi les ennemis font quelque irruption dans le païs, le gouverneur fait boucher les oreilles des habitants ; & par le bruit horrible qu'il excite, en faiſant jetter dans la caverne un animal vivant, il renverſe les ennemis, & il eſt facile de les tuer & de les dépouiller.

Pline (1) parle d'une autre caverne en Dalmatie, dont il remarque un phénoméne aſſez ſemblable. L'orſqu'on y jette quelque pierre ou autre matiére peſante, il s'excite auſſi-tôt des tourbillons & des tempêtes, quoique le ciel fût calme & ſerein auparavant.

Variar. lect. lib. 8. c. 32.

Caſſiodore obſerve que lorſqu'on parle à haute voix, ou qu'on touſſe ſur les bords de la fontaine d'Aréthuſe en Calabre, ſes eaux murmurent & boüillonnent.

Solin (2) raconte qu'une fontaine de

(1) Specus in Dalmatiæ orâ, vaſto in præceps hiatu, in quem dejecto levi pondere, quamvis tranquillo die, turbini ſimilis emicat procella. *Plin. lib. 2. c. 45.*

(2) Et quaſi miretur vocis dulcedinem, ultrà margines intumeſcat. *Solin. c. 5.*

Sicile étoit émuë par le ſon des flûtes, au point de ſe déborder.

Il y a un lac proche de Béja en Portugal, dans lequel on pêche des poiſſons noirâtres. Lorſque l'air eſt fort chargé d'eau, & qu'il doit tomber beaucoup de pluie, ou faire quelque orage, il ſort de ce lac (au rapport de Robbe) un bruit pareil au mugiſſement d'un taureau, que l'on entend quelquefois de cinq à ſix lieuës. *Robbe, Géogr. liv. 2. c. 8. p. 443.*

Le P. Gaſpard Schot rapporte après le P. Kircher, que près de Syracuſe il y a un bâtiment creux fort ancien, nommé *la priſon de Denys*, conſtruit de maniére que ceux qu'on y enfermoit, ne pouvoient faire le moindre bruit, ni reprendre leur haleine ſans être entendus. Le bâtiment étoit en forme d'oreille, & on y avoit imité la nature. Aujourd'hui qu'on a muré la principale entrée, ſi quelqu'un fait du bruit dans cette cave qui va en ſerpentant, & qui ſe termine en s'étréciſſant, on éprouve deux effets : le premier, que la voix ſera tellement groſſie, qu'une ſimple toux ſe fera entendre comme un coup de tonnerre ; le ſecond, que le ſon s'y redouble, en ſorte que ſi deux perſonnes y chantent, on entend diſtinctement un concert de quatre voix. C'eſt ce que le P. Kircher a

éprouvé, dit-il, en 1638. & huit ans après, le P. Schot fit lui-même l'épreuve du premier effet ; quand au ſecond, le P. Schot obſerve qu'il n'entendit rien de ſemblable, peut-être parce que la place étoit un peu changée ; car il ne la trouva pas entiérement conforme à la deſcription du P. Kircher.

Theol. phyſiq. part. 1. liv. 4. c. 3.

Les aqueducs de Claude renvoïoient la voix, juſqu'à une diſtance de ſeize milles, ou de plus de ſix lieuës. La cloche d'Erfurt en Allemagne s'entend, dit-on à vingt-quatre milles ou à près de dix lieuës à la ronde. Le bombardement de Génes fut entendu près de Livourne éloignée de 90. milles. Dans le ſoulévement de Meſſine, on entendit les coups de canon juſqu'à Agouſte & Sarragoſſe, à la diſtance d'environ cent milles d'Italie. Il y a des exemples de ſons portés à de plus grandes diſtances dans le Nord. Des coups de canon tirés à Stokolm en 1685. furent entendus à la diſtance de cent quatre-vingts milles. Dans la guerre de 1672. les coups de canon furent entendus à plus de deux cents milles de diſtance. Une raiſon phyſique fait ſoupçonner que vers le Nord le ſon a plus de force : c'eſt que l'air y eſt plus condenſé.

Il eſt aiſé de connoître combien la ra-

réfaction de l'air diminuë le ſon ; en ſuſpendant une ſonnette dans le récipient de la machine pneumatique. Derham rapporte, qu'un coup de fuſil tiré ſur le ſommet d'une très-haute montagne, ne fit pas plus de bruit que ſi l'on eût rompu un petit bâton. La grande raréfaction de l'air en étoit la cauſe : il ajoute que peu après il s'éleva un grand murmure, & un roulement de ſons, continué aſſez long-tems par la répercuſſion des rochers & autres corps propres à refléchir le ſon, qui ſe trouvérent au bas de la montagne. *Théol. phyſiq. part. 1. liv. 4. c. 3.*

L'écho eſt un ſon refléchi par la rencontre de quelques corps fort durs. Pline remarque, comme une choſe ſinguliére, qu'un écho en la ville d'Athénes répétoit la voix juſqu'à ſept fois. Il y a, dit-on, un écho entre Conflan & Charenton, qui répéte les ſons juſqu'à dix fois. Dans la province d'Oxford, un écho répéte diſtinctement dix-ſept ſyllabes pendant le jour & vingt pendant la nuit. L'écho de la Tour d'Ouchi ſous Lauſanne au bout du lac répéte dix ou douze ſyllables de ſuite : un autre écho, à deux milles de Milan, répéte plus de cent fois la derniére ſyllabe. Chaque ton va toujours en diminuant, comme les bonds d'une boule d'yvoire. *Journ. des Sçav. du Lundi 16. Août 1677.* *Voïage de Miſſon, t. 3.*

La nuit du 27. au 28. Janvier 1730. dans le Diocéſe de Beauvais, près de la paroiſſe d'Anſaq, pluſieurs perſonnes des deux ſexes entendirent une multitude prodigieuſe de voix humaines de différents tons, ſans que l'on pût rien diſtinguer de ce que les voix articuloient. Dans cette confuſion on remarquoit ſeulement des (1) cris lugubres, des cris de joie & des ris éclattants. Quelques-uns ajoutoient qu'ils avoient entendu les ſons de différents inſtruments, & que deux cris affreux avoient été comme le prélude du tintamarre qui ſuivit peu après, & qui dura environ une demie heure, les voix paroiſſant élevées dans l'air environ 20. ou 30. piés. Le ſecond mercure de Décembre 1730. contient une eſpéce d'enquête faite par M. le Curé d'Anſaq, & envoïée à S. A. S. Madame la Princeſſe de Conty. Les témoins entendus dans cette enquête dépoſent les faits rapportés ci-deſſus. Le 31. Octobre de la même année, un bruit ſemblable fut entendu au-deſſus du parc d'Anſaq, entre 9. &

(1) *Ariſtote a remarqué, comme un fait qui lui eſt fort ſuſpect, que dans l'iſle de Lippari, qui eſt au Septentrion de la Sicile, on entend, près d'un tombeau, des concerts d'inſtruments, des éclats de rire, & des battements de main. Ariſtot. de mirab. Auſcult.*

10. heures du ſoir. Il fut remarqué d'une partie des habitants du village ; & des moutons qui étoient parqués, en furent ſi effraïés, qu'ils franchirent le parc, & ſe répandirent dans la campagne. D'autres akouſmates, ou bruits extraordinaires ont été rappellés à l'occaſion de celui d'Anſaq, & entr'autres celui de Sézanne du mois d'Octobre 1724.

A remonter bien plus haut, on trouve des récits de ſemblables phénoménes. Pline dit (1) que le mont Atlas retentiſſoit ſouvent des cris de joie des Pans & des Satyres, avec des concerts de flûtes & de tambours. Dans un autre endroit (2) il témoigne que dans le tems de la guerre contre les Cimbres, on entendit dans les airs les cliquetis des armes & les ſons de la trompette ; ce qui étoit arrivé auparavant & depuis en pluſieurs occaſions.

Dans la campagne de Marathon, dit Pauſanias, on entend toutes les nuits des henniſſements de chevaux, & un bruit de combattants. Touts ceux que la curio-

Pauſan. in Attic.

(1) Eumdem noctibus micare crebris ignibus, Ægipanum ſatyrorumque laſciviâ implerì, tibiarum ac fiſtulæ cantu, tympanorumque & cymbalorum ſonitu ſtrepere. *Plin. lib. 5. c. 1.*

(2) Armorum crepitus & tubæ ſonitus auditos à cœlo Cimbricis bellis accipimus, crebròque & priùs & poſteà. *Plin. lib. 2. c. 57.*

ſité y attire, & qui prêtent l'oreille à deſſein, s'en retournent fort mal-traités; mais ceux qui paſſant leur chemin, voient ou entendent quelque choſe, n'offencent point les mânes, & il ne leur arrive aucun mal. Mézeray rapporte auſſi que la veille de la bataille de Roſebecque, on entendit, dans l'air, un grand bruit de cliquetis d'armes, de cris de combattants, de ſon de trompettes.

Mézer. dans le régn. de Charl. VI.

Pour revenir à l'akouſmate d'Anſaq, les uns l'ont attribué aux eſprits aériens, d'autres à quelques diſciples des Philibert & des Lœuillet, qui auroient contrefait un charivari compoſé de pluſieurs voix différentes, imitant par des ſons très-variés les voix de pluſieurs hommes, femmes & enfans, & de différents animaux, & qui pour ſe divertir auroient fait tout ce tintamarre augmenté par la répétition des échos. D'autres ont ſoupçonné, dans l'enquête dont nous avons parlé, le peu de bonne foi des témoins, ou peut-être même un deſſein formé par M. le Curé d'Anſaq de divertir S. A. S. Madame la Princeſſe de Conty, en exagérant le fait par des circonſtances de ſymphonies & d'éclats de rire.

Quelques Phyſiciens, après avoir écarté le merveilleux, ont donné des explications phyſiques aſſez vraiſemblables.

De même que dans un air groſſier rempli d'exhalaiſons & de vapeurs, une fermentation chaude & enflammée eſt capable de former des bruits très-violents, comme celui du tonnerre, les fermentations plus modérées peuvent auſſi produire des ſons moins éclatants, mais pourtant ſenſibles. Il n'y a qu'à tranſporter à un air groſſier, rempli de parties ſalines & terreſtres, ce qu'on voit touts les jours arriver à d'autres liquides, où ſe font ces ſortes de fermentations froides, telles que dans le vin, le cidre, la bierre, & dans la mer, dont le bruit s'entend quelquefois à cinq ou ſix lieuës. Une matiére aërienne, qui étant dilatée ne fait aucun bruit, doit faire entendre des ſifflements & autres ſons, lorſqu'elle eſt reſſerrée tout à coup, & qu'elle choque des corps durs. Les exemples en ſont ordinaires dans les bourdonnements des cheminées & des chaſſis de verres. Les ſels ou une autre matiére fort active, perçant les petites cellules de la matiére terreſtre, où des parties d'air ſont contenues, cet air qui ſort avec impétuoſité, doit communiquer à celui qu'il rencontre, des trémouſſements & des ſecouſſes, & produire ainſi des ſons de toute eſpéce. Pour peu qu'à ces cauſes phyſiques il ſe joigne ou des effets de l'i-

magination des témoins, ou quelques changements de circonſtances dans leurs récits, voilà l'akouſmate d'Anſaq tout formé.

Effets ſurprenants des corpuſcules inſenſibles.

C'eſt un air groſſier & ſenſible qui ſert de véhicule au ſon ; la recherche des élémens imperceptibles offre au Phyſicien des ſujets bien plus dignes d'admiration & de ſurpriſe ; tout ſe fait par eux dans la nature ; ce ſont les vapeurs, qui forment les météores : ce ſont les corpuſcules inſenſibles, qui ſervent au méchaniſme le plus parfait de la nature. Elle donne à la matiére ſubtile les différents emplois du levier, de la poulie, de la roue, du coin, de la vis. Ces ſortes de reſſorts ſont les plus puiſſants & les plus efficaces. Un peu d'eau ſuffit pour enlever les plus grands fardeaux. Si l'on attache à une poutre un poids de ſix cents livres, avec une corde qui ſoit bien tenduë, & qu'on arroſe la corde avec de l'eau, on verra que ces corpuſcules humides, en s'inſinuant dans la corde, la rompront ou feront lever le poids de ſix cents livres hors de terre. Lorſque Sixte-Quint fit élever le grand obéliſque du Vatican, Fontana célébre architecte n'aïant pas prévû que le poids d'une maſſe, qui peſoit un million ſix mille quarante-huit livres, feroit allonger les cables, il couroit riſque

Vallem. phyſiq. occult.

de voir manquer ſon entrepriſe ſans une voix inconnuë, qui cria *de mouiller les cables.* Ce qui étant promptement fait, ils s'accourcirent & portérent le prodigieux obéliſque ſur ſa baſe. Sturmius s'eſt propoſé de lever une meule de moulin par le ſeul ſouffle.

Le microſcope fait appercevoir dans l'eau, où l'on a mis du poivre, un nombre étonnant de petits animaux, qui ſe meuvent comme autant de monſtres dans une vaſte mer. Malézieu apperçut avec le microſcope des animaux vivants, vingt-ſept millions de fois (1) plus petits qu'une mitte. Il vit au travers de leur peau tranſparente des viſcéres, des œufs, des figures de fœtus, une eſpéce de ſang qui circuloit. Ces animaux ont dans leur petiteſſe inconcevable (2) des yeux, des

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1718.

(1) *J'avouë que je ne puis ôter de mon eſprit tout ſoupçon d'erreur, au ſujet de ce calcul de Malézieu, & de l'application des principes d'Optique ſur leſquels il eſt fondé; & qui n'ont point été rapportés dans l'hiſtoire de l'Académie.*

(2) Horum inteſtinum quodvis quale eſſe putandum eſt?
Quid cordis globus, aut oculi? quid membra, quid artus
Quantula ſunt? quid prætereà primordia quæque
Unde anima atque animi conſtet natura neceſſum eſt?
Nonne vides quàm ſint ſubtilia, quamque minuta? *Lucret. lib.* 4.

inteſtins, des veines, des artéres, un cœur, un cerveau qui diſtribuë les particules animées, qui ſont apparemment à leurs corps comme les parties les plus déliées (1) de notre ſang ſont à notre corps.

Nous n'avons aucune idée véritable de la grandeur ou de la petiteſſe ; & nous ne trouvons grands ou petits les corps qui nous environnent, que ſuivant leur proportion avec le notre. Nos ſens opérent le même effet par rapport aux choſes matérielles, que notre vanité par rapport aux choſes intelligibles & morales. L'homme juge de touts les objets relativement à lui-même, il ſe conſidére en tout comme le centre de la nature. La petiteſſe de certains animaux révolte notre imagination, parce qu'elle ne nous paroît comparable à rien de ce qui agit ſur nos ſens.

Nieuvvent. liv. 3. ch. 2. Une mitte de fromage eſt un animal parfait, qui a touts les membres & toutes les articulations néceſſaires pour ſes mouvements. Ces inſectes pondent des œufs, d'où l'on voit éclorre des petits. Au contraire, les anguilles, qu'on découvre dans le vinaigre, ne pondent point d'œufs, mais elles ſont vivipares. Hu-

(1) *Un philoſophe prétend avoir vû diſtinctement le ſang circuler juſque dans la jambe d'une araignée. Entret. phyſiq. t. 2. entr. 14.*

guens rapporte ce dernier fait dans ſa dioptrique, où il dit avoir vû dans une de ces anguilles quatre autres petites anguilles (car elles ſont entiérement tranſparentes) & qu'après avoir tenu quelque tems l'anguille mére dans un tuïau de verre, il obſerva que les quatre petites anguilles nageoient à côté de leur mére.

On découvre avec de bons microſcopes, dit le P. Mallebranche, *des animaux ſi petits, qu'un ſeul œil de papillon en contiendroit vingt-quatre à vingt-cinq millions.* Autre calcul fort ſuſpect. *Le P. Malebr. 16. éclairciſſ.*

J'ai vû, dans le microſcope, une tache de moiſiſſure de la grandeur d'un grain de ſable, comme un amas de pluſieurs plantes très-diſtinctes, dont les unes ont des fruits, d'autres des boutons à demi ouverts. De quelle énorme petiteſſe doivent être les racines & les filtres qui ſéparent les aliments de ces petites plantes? Elles ont leur graine ainſi que les chênes & les pins.

A quelle exceſſive petiteſſe eſt réduite une feüille d'or très-mince par elle-même, qui couvre une barre d'argent, lorſque cette barre étant prolongée par la filiére, touts les filets d'argent ſont dorés dans leur prodigieuſe longueur? Un cylindre de 45. marcs d'argent doré, de vingt-deux poulces de hauteur & de

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1713.

quinze lignes de diamétre acquiert une longueur de 120. lieuës de deux mille toiſes chacune, ou de deux cents quarante mille toiſes de ſix piés, ſans que la feüille d'or ſuppoſée d'une once, ceſſe de couvrir l'argent, quoiqu'il ſoit plus doré en certains endroits. M. de Réaumur trouve par le calcul qu'il faut que l'épaiſſeur de l'or ne ſoit, où ce fil eſt moins doré, qu'un million & un cinquante milliéme de ligne : c'eſt-à-dire, que cette épaiſſeur eſt une auſſi petite partie d'une ligne, qu'une ligne eſt une petite partie de douze cents toiſes.

Les effets de la baguette ne peuvent être expliqués phyſiquement.

Hiſt. des pratiq. ſuperſt. du P. le Brun.

Juſqu'où ne va point l'action des corpuſcules inſenſibles, ſi la différente diſpoſition des pores dans la baguette, & dans la main de celui qui la tient, reçoit une impreſſion remarquable ſur les ſources d'eau, ſur les veines des métaux, ſur les pas des criminels ? Mais le ſyſtême des corpuſcules au ſujet du tournoiment de la baguette a été refuté très-ſolidement. Elle tournoit ſur pluſieurs choſes, qui tenoient plus du moral que du phyſique, comme ſur les limites d'un champ, ſur un contrat litigieux, ſur des beſtiaux achetés d'un argent volé. Elle s'accommodoit à l'intention de ceux qui en faiſoient uſage. Elle étoit fautive dans les circonſtances les plus conformes aux ſyſtêmes

têmes qui avoient été imaginés à ce sujet, comme dans les lieux où l'on avoit caché des piéces de métail, & dans ceux où des crimes bien avérés avoient été commis. (1) Il faut donc convenir qu'on ne peut donner de raison physique du tournoiment de la baguette, & que les faits authentiques qui sont rapportés à ce sujet, ne peuvent être attribués qu'à l'imposture des hommes ou des démons. En effet quel moïen de soutenir que les corpuscules, qu'un homme exhale, demeurent pendant un mois suspendus en l'air sur le courant d'une riviére, pour indiquer les traces d'un criminel par le tournoiment de la baguette?

Exagération plaisante des effets d'un microscope. *Décemb.* 1730. *art.* 113.

On pourroit à plus forte raison ajouter foi sérieusement à ce qui est rapporté dans les mémoires de Trévoux par maniére de plaisanterie, qu'un homme avec un excellent microscope apperçut comment le feu séparoit toutes les parties du bois, sur lequel ce feu agissoit, & les dardant contre un filet de bœuf qui étoit à la broche, en inciſoit toutes les parties, dont les unes se convertissoient en jus, & les autres se tournoient en une vapeur dé-

(1) *Bayle dit que Jacques Aymar perdit toute sa réputation à l'hôtel de Condé, n'aiant réussi à aucun des essais qu'on y fit de sa baguette. Bayle, dict. crit. not.* H. *sur* Abaris.

licate, qui rempliſſoit la cuiſine, & chatouilloit les narines. » Au ſortir de la vil-» le, ajoûtoit cet homme, nous vîmes » dans la campagne un liévre qu'on chaſ-» ſoit; il paſſa à dix pas de nous, & le » regardant avec le microſcope, il me » parut comme un tiſon de feu qui laiſſe » après lui une groſſe fumée. Dans un jeu » de paume je ſentis de l'inclination pour » l'un des joueurs, & de l'averſion pour » l'autre; & le microſcope me fit voir » que les corpuſcules, que tranſpiroit » celui pour qui j'avois de l'inclination, » s'accrochoient avec ceux que je tranſ-» pirois moi-même; ce qui n'arrivoit pas » à l'égard de l'autre. « L'auteur de cet article des mémoires de Trévoux ajoute ce paſſage d'Horace: (1) *A de pareils récits pouvez-vous, mes amis, contenir vos éclats de rire?*

De mirâ ſubtilitate effluviorum. De naturâ determinatâ effluviorum. De inſigni efficaciâ effluviorum.

Boyle a non-ſeulement conſtaté, par les expériences les plus curieuſes, la petiteſſe inconcevable des corpuſcules, mais il s'eſt aſſûré que dans cet état ils conſervent les qualités déterminées des corps dont ils ſont émanés, & même une très-grande efficace.

Explication des propriétés de l'aiman.

L'aiman a été juſqu'ici un écueil pour la Phyſique; & c'eſt un des Phénoménes qui marque le mieux combien une hypo-

(1) ..... riſum teneatis, amici?

thése doit être éprouvée avant que d'être admise. Thalès attribuoit l'attraction de l'aiman à une ame végétative semblable à celle des plantes. L'hypothése de des Cartes est fondée sur un méchanisme ingénieux suivant les vues générales de ce grand Physicien. Il a considéré une pierre d'aiman comme traversée de l'une à l'autre extrémité, qu'il nomme ses pôles, par des conduits paralléles qui servent à la circulation intérieure de deux tourbillons; il a supposé cette pierre environnée à l'extérieur de ces deux mêmes tourbillons. La matiére magnétique, qui compose le tourbillon double, sort par un bout ou un pôle de la pierre, & rentre par l'autre bout qui passe pour le pôle opposé. En sortant, elle se sépare à droite & à gauche: ces deux branches tournent chacune de leur côté autour de la pierre, & se rendant par ces différents chemins à l'autre extrémité, vont s'y réünir en rentrant conjointement pour recommencer cette circulation perpétuelle: & comme des Cartes remarquoit que deux aimans ou un aiman & du fer s'approchoient en quelques occasions & se repoussoient dans d'autres, il en a conclu que les files (1) magnétiques ne pou-

Diog. Laërt. in Thalet.

Des Cart. princip. part. 4.

PL. 2. FIG. 3.

(1) Magnes ideò dictus, quià in magnesiâ repertus.

voient pénétrer que d'un côté & dans un certain ſens dans les conduits intérieurs de l'aiman ou du fer ; ce qui lui fit imaginer ces conduits comme de petits écrous & les corpuſcules de la file qui ſe préſente pour s'y inſinuer, comme de petites vis. Des Cartes qui n'examinoit les phénoménes que pour remonter à leurs principes, ne s'en tint pas là : il regarda la terre comme un grand aiman ; il lui attribua pareillement des conduits paralléles d'un pôle à l'autre pour la circulation d'un double tourbillon magnétique, formé, comme les tourbillons en petit, de corpuſcules à petites vis qui ne pouvoient entrer que par un côté. Il ſuppoſoit donc que le tourbillon magnétique général, étant ſorti par un pôle, qu'il jugeoit être l'Auſtral, rentroit par le Boréal dans le globe terreſtre ; en ſorte qu'à ſon iſſuë par le Sud, il ſe partageoit à droite & à gauche vers l'Orient & vers l'Occident, & que ſes deux branches, tant l'Orientale que l'Occidentale s'étant renduës au pôle Boreal, elles s'y réüniſſoient pour rentrer chacune dans ſes mêmes conduits ſouterrains. C'étoit-là une des penſées phyſiques des plus profondes. Des Cartes appercevoit, par les expériences de l'aiman, la néceſſité d'une atmoſphére magnétique. Il concevoit en même tems,

qu'il devoit ſortir du globe terreſtre de grands écoulements de matiére. S'étant donc perſuadé que les files magnétiques traverſoient l'aiman & le fer, étant conduit par l'analogie à la même opinion au ſujet du globe terreſtre & porté à faire dépendre ſes hypothéſes du mouvement circulaire, toutes ſes conſéquences étoient juſtes ſuivant ces principes. Il falloit admettre des conduits paralléles qui s'étendiſſent d'un pôle à l'autre de la terre comme d'un bout à l'autre d'un aiman ; c'étoit une néceſſité que chaque tourbillon de la terre & de l'aiman, fût double pour pouvoir circuler à l'extérieur & à l'intérieur ; & il ne pouvoit y avoir d'autre parti à prendre que de ſéparer le tourbillon en deux branches en ſortant & de les réünir à la rentrée. L'hypothéſe, en général, étoit bien liée.

Huguens a imaginé, au lieu des petites vis & des écroux, de garnir les conduits de la terre & de l'aiman, de poils qui ſe couchent pour en permettre l'entrée, ou qui ſe hériſſent pour la défendre. Les Phyſiciens accoutumés à digérer les hypothéſes les moins vraiſemblables, & à regarder même quelquefois comme ce qu'il y a de plus ſçavant ce qui s'éloigne le plus de la nature, ont ſuivi longtems l'hypothéſe de des Cartes ſans

aucune contradiction; & ce point de phyſique paſſoit pour conſtant. Quelques expériences, dont nous parlerons bientôt, ont donné lieu de le ſoupçonner. Les écoulements magnétiques qui ſortent d'un aiman ont quelque reſſemblance aux corpuſcules qui tranſpirent inceſſamment de la terre : ce n'étoit pas une raiſon pour ſuppoſer la terre percée d'un nombre immenſe de conduits paralléles, dont pluſieurs preſqu'auſſi longs que le diamétre de la terre, donnoient paſſage à des files de corpuſcules, qui dans un corps ſolide auſſi mélangé que les entrailles de la terre, parcouroient néanmoins, ſans aucun détour, des deux à trois mille lieuës, & retournoient d'un pôle à l'autre par une circulation non interrompuë, à travers touts les obſtacles du fluide aërien : *ſuppoſitions*, dit M. de Moliéres, *qui renferment plus de difficultés que les phénoménes mêmes qu'on prétend expliquer par leur moïen.*

M. de Moliér. leçons de phyſiq. leç. 14.

Pour lui, il les explique ces phénoménes, 1. par une vertu qu'ont les particules magnétiques de ſe diriger vers le même côté ou vers un côté oppoſé; 2. par la compreſſion du fluide circulaire qui environne les couches de l'atmoſphére magnétique; 3. il fait conſiſter cette vertu des particules magnétiques de ſe diriger

vers un certain côté, dans le mouvement de la matiére très-ſubtile du premier élément, qui forme tout autour des globules magnétiques dont elle traverſe les axes, un petit tourbillon ſemblable à celui que l'on concevoit être autour d'une pierre d'aiman : en ſorte que le tourbillon magnétique de des Cartes eſt diviſé en petits tourbillons, où chaque globule, c'eſt-à-dire, chaque petit aiman dont la ſubtilité eſt égale à celle de l'éther ou de la lumiére, eſt traverſé par la matiére ſubtile qui entre par un pôle de ce globule & ſort par l'autre. Il compare les particules magnétiques ou chacun de ſes petits aimans à des éguilles poſées ſur des pivots mobiles. Je ne conçois pas quelle reſſemblance les particules d'un corps très-dur qui ſont fortement liées les unes aux autres, comme celles de l'aiman & du fer, peuvent avoir avec des aiguilles verſatiles, ni de quelle maniére ces petits aimans, n'aïant aucun mouvement de tranſport, pourroient attirer ou repouſſer d'autres aimans. Ceux qui voudront un détail plus ample de cette hypothéſe ſont renvoïés au livre même.

Rien n'eſt plus aiſé, ce me ſemble, que de dévelopeer tout ce méchaniſme de l'aiman juſqu'ici inconnu. Des corpuſcules magnétiques ſortent abondamment

de touts les pores de la circonférence de la terre. Pluſieurs ont la force de monter, de ſe répandre dans les cercles de l'atmoſphére, & de former les météores : mais une grande partie de ces écoulements de matiére demeure affaiſſée par le fluide hétérogéne de l'atmoſphére qui circule avec la terre ; & ne pouvant ſe répandre vers l'Orient ni vers l'Occident, où cette révolution de l'atmoſphére augmente la preſſion (car quoique tout ſoit également plein, tout n'eſt pas également comprimé) ces corpuſcules magnétiques ſont rejettés par un mouvement direct vers l'un ou l'autre pôle, ſuivant la direction d'un méridien. Ces files magnétiques indifférentes à tourner vers le Sud ou vers le Nord, mais pointées vers l'un ou l'autre des pôles, juſqu'à ce qu'elles ſoient diſſipées, pénétrent la pierre d'aiman dans ſa formation, & diſpoſent les pores & les conduits intérieurs de cette pierre de maniére, que ces files n'y ont leur entrée que par un côté & leur iſſuë que par l'autre. Car ſi ces conduits ont de petites canelures, ou, ſuivant l'expreſſion de Huguens, des poils, ils cédent facilement d'un côté en ſe couchant contre leurs parois, mais de l'autre côté ils ſe hériſſent & forment obſtacle au paſſage. Il ſort de l'aiman

PL. 2. FIG. 4.

comme de la terre des corpuſcules, qui forment une atmoſphére ſimple & ſans circulation.

Lors qu'un aiman rencontre un autre aiman dans la ſphére de ſon activité, ou dans l'étenduë de ſon atmoſphére; & que le premier préſente ſon pôle Auſtral ou, ſi vous voulez, ſon iſſuë au pôle Boréal, c'eſt-à-dire, à l'entrée de l'autre aiman, la file magnétique les traverſe l'un & l'autre; & la compreſſion d'un air groſſier (1) oblige ces deux aimans de s'unir & d'occuper le centre des deux atmoſphéres réünies. Mais ſi le pôle Auſtral du premier eſt oppoſé au même pôle du ſecond, la file magnétique, qui ne peut s'inſinuer dans les canelures hériſſées de ce ſecond aiman, & qui eſt aidée de la compreſſion de l'air, le repouſſe comme le vent chaſſe un corps dur qui lui céde.

M. le Comte de Créqui a ſoutenu un double cours de la matiére magnétique. *On peut*, dit-il, *déterminer une éguille de* *Diſſert. ſur le feu.*

(1) Continuò fluere è lapide hoc permulta neceſſe eſt
Semina, ſive æſtum qui diſcutit aëra plagis,
Inter qui lapidem ferrumque eſt cunque locatus.
Continuò fit uti qui poſt eſt cunque locatus
Aër à tergo quaſi provehat atque propellat.
Trudit & impellit quaſi navim velaque ventus.
Lucret. lib. 6.

bouſole au Nord ou au Sud, ſelon le ſens dont on l'a touchée ſur la pierre : lors donc qu'elle ſe dirige au Nord, n'eſt il pas manifeſte que c'eſt un courant du Sud au Nord qui l'y pouſſe & qui l'y conduit, comme le vent fait une giroüette qu'il entraine le plus qu'il eſt poſſible vers le lieu où il tend ? Et au contraire lorſqu'elle eſt touchée pour être déterminée au Sud, n'eſt-il pas évident que c'eſt un courant du Nord au Sud qui l'y détermine, & par conſéquent qu'il en eſt deux diamétralement contraires ? Car dans la ſuppoſition d'un ſeul courant il eſt impoſſible de concevoir que la même aiguille puiſſe être déterminée tantôt vers le Nord, tantôt vers le Sud. L'aiguille de bouſſole eſt déterminée vers le Sud ou vers le Nord, parce qu'on détermine à une direction vers l'un ou l'autre pôle, par ces petits poils couchés ou hériſſés en des ſens contraires, l'unique courant de matiére magnétique qui la traverſe. Il eſt prouvé par les autres expériences que le double cours de cette matiére n'exiſte point. S'il exiſtoit même dans l'aiguille de la bouſſole, elle ſeroit indifférente à ſe pointer vers l'un ou l'autre pôle, au lieu qu'elle ſe tourne toujours ſelon le ſens dont on l'a touchée ſur la pierre, tant qu'elle conſerve cette direction.

M. de Créqui ajoute cette ſeconde ob-

jection : *Prouver qu'il entre de la matiére par chacun des deux pôles d'une pierre ou prouver qu'il en ſort, c'eſt auſſi prouver l'exiſtence des deux courants : or ſi vous approchez deux pierres avec de petites gondoles ſur l'eau, en ſorte que les mêmes pôles ſe regardent, elles ſe chaſſeront l'une l'autre en arriére. Ce qui prouve nettement qu'il ſort de la matiére par ces deux pôles : car puiſque ce ſont des pôles de même nom, on ne peut rien ſuppoſer qui ne leur ſoit commun : & comme les deux autres pôles de ces mêmes pierres ſe chaſſeroient également, il en réſulte qu'il ſort de la matiére par les quatre pôles de ces deux pierres : ce qui démontre le double cours.* Si deux pôles de même nom de deux aimans, c'eſt-à-dire, ſi deux pôles d'entrée ou deux pôles de ſortie ſe rencontrent vis-à-vis l'un de l'autre, la file de chacun qui les traverſe doit les repouſſer, parce qu'entrant dans chacun des aimans, ou à plus forte raiſon, ſortant de chaque pôle, ce ſont deux mouvements d'une direction contraire, deux mouvements oppoſés l'un à l'autre. Si les deux pôles ſont différents, chaque file unique ſortant par le pôle d'une pierre, & entrant par le pôle de l'autre, les aimans doivent ſe joindre, la file de chacun conſpirant au même mouvement; & c'eſt ce qui arrive dans les deux cas.

Mais ſi cette file étoit double dans chaque aiman, en ſorte que chaque pôle eût une file entrante & une autre ſortante, la rencontre de l'un ou de l'autre pôle ſeroit indifférente ; chacun attireroit & repouſſeroit également.

Lorſqu'un aiman rencontre un corps quelconque, autre qu'un aiman ou que du fer, dans l'étenduë de ſon atmoſphére, il ne lui cauſe aucun mouvement, ſoit parce que l'atmoſphére magnétique traverſe de toute part cet autre corps avec liberté, ſoit parce qu'elle ne le choque pas avec aſſez de force pour vaincre la réſiſtence de l'air groſſier qui l'environne immédiatement. Nous n'avons beſoin, ni d'un double tourbillon magnétique, ni en tout d'un mouvement circulaire des corpuſcules, qui ne peut ſe concilier avec les expériences, encore moins de ces longues files magnétiques, qui dans l'hypothéſe Cartéſienne traverſent le globe terreſtre & circulent autour, depuis un pôle juſqu'à l'autre, ſans aucune vraiſemblance. Je n'ai rien avancé qui ne ſoit ſimple, clair, méchanique : il ne reſte qu'à éprouver l'hypothéſe par les mêmes phénoménes qui ne peuvent être expliqués par aucune autre juſqu'ici connuë.

Quand on fait paſſer un aiman ſous un carton où il y a de la limaille, elle re-

préſente par ſes mouvements ceux de la matiére magnétique. Dans l'hypothéſe Cartéſienne du tourbillon double, où les deux branches de la matiére magnétique ſe ſéparent en ſortant toutes deux par le pôle Auſtral, & ſe réüniſſent en rentrant par le pôle Boréal, l'Auſtral doit écarter la limaille ; le Boréal doit la raſſembler. Mais on voit le contraire : la limaille prend toujours la même diſpoſition ; & elle n'a qu'un certain mouvement progreſſif, qui eſt en ſens contraire de celui de la pierre. On ſous-entend toujours que quand les deux pôles ſont alternativement antérieurs, la pierre eſt paſſée ſous le carton ſelon une même direction. Si on la paſſe de gauche à droite d'un bout du carton à l'autre, le pôle Auſtral étant l'antérieur, une molécule de limaille ira de droite à gauche en ſens contraire de la pierre : & ſi enſuite on paſſe la pierre ſous le carton en même ſens, mais le pôle Boréal étant l'antérieur, la même molécule continuëra d'aller ſelon la même direction. Or ce n'eſt point là ce qui devroit arriver, ſi la matiére magnétique ſortoit par un pôle de la pierre & rentroit par l'autre. Une même molécule ne ſuivroit la même direction que tandis que le même pôle de la pierre ſeroit pour ainſi dire, la prouë &

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1733.

l'autre la pouppe. Car ſi le vaiſſeau ſe met à contreſens, il eſt viſible que le tourbillon, dont on le ſuppoſe environné, étant mu auſſi à contreſens de ce qu'il étoit, doit faire rebrouſſer la molécule de limaille, & cela ſoit que ce tourbillon ſoit ſimple ou double.

Voilà l'expérience de l'aiman la plus difficile à concilier avec toute hypothéſe : or la mienne y ſatisfait entiérement. Le même aiman qui attire la limaille par un de ſes pôles, & qui la chaſſe par l'autre, doit lui imprimer toujours un mouvement progreſſif en un ſens contraire au ſien, lorſqu'on le fait avancer au-deſſous du carton, ſur lequel la limaille eſt répanduë, ſi l'atmoſphére de cet aiman agit ſeule ſur la limaille, & que la file magnétique, qui entre par un des pôles & ſort par l'autre, ne rencontre pas cette limaille en ſon chemin. Or la file magnétique, qui traverſe directement la pierre, & qui ne refluë, par aucun mouvement circulaire, d'un pôle à l'autre, ne peut cauſer aucun mouvement à la limaille répanduë ſur le carton. Ce n'eſt que l'atmoſphére de l'aiman, qui communique quelque impulſion à cette limaille. Nous avons ſuppoſé, (ce qui doit arriver naturellement) que de touts les pores de l'aiman, comme de touts

les points de la ſurface de la terre, il tranſpire des molécules magnétiques dont l'atmoſphére de l'aiman eſt compoſée juſqu'à une certaine diſtance. Cette atmoſphére, qui n'a aucun mouvement de circulation, mais qui abandonnée à elle-même a un mouvement direct preſqu'inſenſible en tout ſens s'étend au-deſſus du carton, lorſqu'on avance ou qu'on recule la pierre d'aiman au-deſſous. Quelque ſoit le pôle qui ſoit l'antérieur dans ce mouvement, il n'arrive ni ne doit arriver aucun changement de direction à cette atmoſphére qui ſe renverſe également en arriére, par la réſiſtence de l'air groſſier qu'elle traverſe. Cette inclinaiſon de l'atmoſphére imprime donc à la limaille le mouvement progreſſif qu'on y remarque, toujours contraire au ſens dans lequel on fait avancer la pierre. Une expérience moins compoſée, qui eſt pareillement incompatible avec toute ſorte de tourbillon magnétique ſoit double, ſoit ſimple, c'eſt que l'aiman en repos ne communique aucun mouvement à la limaille qu'on en approche ou qui eſt ſur ſa ſuperficie, au lieu qu'un tourbillon magnétique l'entraîneroit par ſon mouvement circulaire. On voit cette limaille en repos ſur ſon point d'appui, parce qu'elle y eſt égalemeut comprimée

en tout ſens par touts les mouvements de cette atmoſphére en ligne droite.

PL. 2. FIG. 5. Si vous préſentez le pôle Auſtral ou de ſortie à une file de pétites fléches ſuſpenduës ſur des pivots mobiles, elles ſe diſpoſent entr'elles de telle ſorte qu'elles préſentent toutes leurs pôles Boreaux ou d'entrée vis-à-vis l'aiman, pour recevoir la matiére magnétique qui en ſort. Si l'inſtant d'après vous leur préſentez le pôle Boréal du même aiman, toutes les petites fléches font un demi-tour ſur leurs pivots, pour remettre leurs propres files dans la direction de celles de l'aiman qui leur commande. Si vous préſentez à une longue file de ces petites fléches, d'un côté le pôle Auſtral d'un aiman, & à l'autre extrémité de la file des petites fléches le pôle de même nom d'un autre aiman, il arrive, lorſque les deux aimans ſont d'une égale force, que la moitié de la file des petites fléches tourne ſes pôles Boréaux vis-à-vis le premier aiman, & que l'autre moitié des petites fléches tourne ſes pôles de même nom vers le ſecond aiman; de ſorte que les deux petites fléches du milieu de la file auront leurs pôles de même nom oppoſés l'un à l'autre, & tendront à ſe repouſſer mutuellement, de même que les deux aimans placés aux deux extrémités

de la file. Et cette même oppoſition des petites fléches arrive, lorſque les aimans ſont inégaux en force, non pas au milieu de la file, mais à la diſtance d'une des petites fléches d'autant plus éloignée de l'aiman le plus fort, que la force de cet aiman eſt plus grande que celle du plus foible.

Deux lames de fer aimantées ſont-elles appliquées l'une ſur l'autre, dont l'une tourne librement ſur un pivot ? Vous avez beau la retourner ; dès que vous lui rendez la liberté, elle placera d'elle-même conſtamment le même pôle ſur le pôle de la lame qui eſt fixe au-deſſus ou au-deſſous d'elle. C'eſt que la file de matiére magnétique à l'iſſuë de la lame fixe rencontrant l'atmoſphére de la lame mobile, l'oblige de tourner juſqu'à ce que les pôles & la file de l'une répondant aux pôles & à la file de l'autre, cette impulſion ceſſe.

Le fer eſt un aiman imparfait, en ce que les files de la matiére magnétique y ont leurs routes plus embarraſſées, moins déterminées que dans l'aiman. M. de Réaumur a prouvé par pluſieurs expériences que le fer étoit un aiman compoſé de petits aimans, dont les pôles ne ſont pas dirigés du même côté, & qu'on

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1730.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1723.

les y dirige en frappant ou ſecoüant le fer, ou par l'approche d'un bon aimain. C'eſt que les files magnétiques qui ſortent en abondance & avec force d'un bon aiman, fraient dans le fer où elles s'inſinuent, des routes ſemblables à celles de l'aiman qu'elles ont quitté. La matiére magnétique, qui s'étoit fait dans le fer, lorſqu'il étoit avec l'aiman dans la miniére, des pores à peu près ſemblables à ceux de l'aiman, les rend encore plus homogénes en repaſſant avec impétuoſité de l'aiman dans le fer ou dans l'acier. Une preuve du mouvement direct de la matiére magnétique, c'eſt que les verges de fer ou d'acier poſées verticalement, & les pincettes à attiſer le feu qui reſtent longtems dans une ſituation droite, s'aimantent ſelon leur longueur, parce qu'elles reçoivent un fluide qui s'éléve perpendiculairement en ſortant du ſein de la terre. Une aiguille de bouſſole perd ſa vertu, lorſqu'elle eſt longtems retenuë en une ſituation perpendiculaire au méridien & contraire à la direction de la matiére magnétique. Si le pôle Boréal d'un aiman eſt appliqué vis-à-vis le pôle Boréal d'une bouſſole, elle s'aimante bien-tôt à contre ſens, & elle contracte une direction qui la pointe au Sud, au lieu qu'elle

étoit auparavant pointée au Nord. Un pilote Anglois écrivit qu'au 48. degré, près de la nouvelle Angleterre, il avoit essuïé une tempête accompagnée d'éclairs & d'une pluie de soulfre qu'on ne pouvoit éteindre avec de l'eau ; & que ses bousſoles avoient perdu leur direction, étant devenuës Sud & Oüest, & y étant restées. *Républ. des lettr. Mars 1684. art. 6.*

Il semble donc que l'Opinion de Huguens, qui préfére les petits poils couchés & hérissés aux petites vis & aux écrous de des Cartes, soit confirmée par l'expérience qui nous montre que des vis & des écrous représentent une construction trop solide pour la disposition des conduits intérieurs de l'aiman ou du fer ; puisqu'ils paroissent assez disposés à s'incliner ou vers le Nord ou vers le Sud, & que des particules, qui changent facilement de direction, répondent mieux à l'idée de Huguens.

La matiére magnétique augmente la pesanteur d'un fer aimanté ; ce qui doit arriver conformément à nos hypothéses tant de la pesanteur que de l'aiman. Suspendez une petite verge de fer par le milieu, en sorte que ses deux extrémités soient en équilibre ; aimantez un côté, il descend aussi-tôt vers la terre comme si vous le chargiez d'un poids. C'est que le côté aimanté est plus rempli de la matié-

re magnétique, & que le fer à cette extrémité a plus de matiére propre ; ce qui eſt, comme nous l'expliquerons, une cauſe d'une plus grande peſanteur. Lorſque les files magnétiques ſe ſont ouvert des conduits intérieurs paralléles pour avoir la ſortie auſſi libre que l'entrée, l'équilibre de la petite verge de fer ſe rétablit. On a obſervé qu'une aiguille de bouſſole, qui avant que d'être aimantée eſt bien ſuſpenduë ſur ſon pivot, & s'y tient exactement paralléle à l'horizon, s'incline du côté du Nord lorſqu'elle eſt aimantée. Ce phénoméne s'explique de même que le précédent.

M. de Molliér. leçons phyſiq. leç. 14. ſect. 18.

La matiére magnétique doit être auſſi ſubtile que l'éther & que la matiére lumineuſe; car elle traverſe(1) l'eau & le verre. Placez dans le centre d'une groſſe bouteille pleine d'eau une aiguille aimantée ſuſpenduë ſur un pivot, elle ſuit un aiman qui tourne autour de la bouteille. De petites figures d'émail traverſées par un fil de fer & plongées dans l'eau, ſuivent un aiman à la nage. On conçoit aiſément, ſuivant nos principes, que la com-

(1) *A l'égard des métaux & du marbre, au-delà deſquels l'effet de la vertu magnétique a été remarqué, l'amoſphére de l'aiman n'a pas pénétré les pores de ce marbre & de ces métaux, mais elle a paſſé autour, comme la fumée d'un flambeau, ou comme les ondulations du ſon.*

preſſion d'un air groſſier oblige l'atmoſphére de l'aiman & celle des fils de fer qui ſont dans les petites figures, de s'approcher & de s'unir, & que quelque obſtacle plus fort empêchant les petites figures d'émail de ſe joindre à l'aiman, elles ſont au moins contraintes de le ſuivre.

Un aiman qui ne peſoit pas plus d'onze onces, levoit vingt huit livres de fer, plus de quarante fois ſon poids. Il falloit que la file magnétique qui le traverſoit, fût bien abondante & bien forte. On vouloit vendre cette pierre cinq mille francs. *Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1702.*

Les armures, qui ſont des plaques d'acier appliquées aux pôles de l'aiman, augmentent beaucoup ſa force : certains aimans armés en ſont deux cents fois plus forts. C'eſt que la matiére magnétique de l'aiman ſe pratique dans ces armures des conduits paralléles, & ſe fortifie de toute la matiére magnétique de fer, qui concourt avec elle à la même direction. *Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1723. p. 102.*

La déclinaiſon (1) de la bouſſole vient

(1) *Les anciens n'ont pas connu cette propriété des files de la matiére magnétique, de ſuivre, autant qu'il leur eſt poſſible, les méridiens, & de ſe pointer au Nord ou au Sud. Car Pline, qui a traité des propriétés de l'aiman, liv. 16. ch.*

de ce que les écoulements magnétiques qui transpirent de touts les pores de la terre déclinent souvent eux-mêmes de la ligne du méridien ; ce qui peut être occasionné par plusieurs causes, comme par des mines de fer situées différemment, par la configuration des pores de la surface de la terre, par des eaux ou des feux souterrains, par plus de sécheresse ou d'humidité. On a pris une pierre d'aiman arrondie de cent livres, & à peu-près d'un pié & demi de diamétre, aïant sur sa surface un équateur & des méridiens tracés : une aiguille de boussole mise successivement sur ces méridiens différents, a eu tantôt une déclinaison vers l'Orient, tantôt vers l'Occident, tantôt elle a été sans déclinaison. L'irrégularité, qui se remarque dans cette expérience, est attribuée aux divers mélanges répandus irréguliérement dans cette pierre. Or la terre est un aiman encore plus mêlé, & qui renferme par conséquent beaucoup plus de causes de variations.

Hist. de l'Acad. des Scienc. ann. 1795.

Halley Anglois trouva, dans un voïage qu'il fit aux terres Australes en 1700.

14. *ne fait aucune mention de celle-ci la plus importante de toutes ; & ni Aristote, ni Théophraste, ni Dioscoride, ni aucun autre des Anciens n'en a parlé, comme nous l'observerons encore dans le chapitre des arts, en parlant de l'invention de la boussole.*

quatre endroits où l'aiguille aimantée ne déclinoit point. Lorſqu'il eut ces quatre points, il traça une ligne courbe aſſez irréguliére autour du globe terreſtre, aïant à l'un de ſes côtés les endroits où la déclinaiſon ſeroit Orientale, & à l'autre ceux où la déclinaiſon ſeroit Occidentale. Il trouva, pendant ſon voïage, ſes obſervations conformes à ſon idée, & il traça cette ligne courbe ſur une carte. Ce ſeroit comme un premier méridien des déclinaiſons magnétiques : mais peut-on compter ſur quelque point fixe, par rapport à ce qui varie ſans aucune régle, en tout tems & en touts lieux ?

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1701. & 1705.

L'électricité n'a été bien connuë que par des expériences très-récentes. Touts les corps ſont ſuſceptibles d'électricité, à l'exception des métaux & des matiéres qui ne ſont pas de conſiſtence à pouvoir être frottées. Touts ſans exception, même les liquides, deviennent électriques par communication. La flamme ſeule ne le devient pas, & n'eſt pas attirée par les corps électriques. C'eſt parce que la violente rapidité de ſon mouvement & la petiteſſe extrême de ſes particules abſorbent la matiére électrique.

De l'électricité.

Il y a deux électricités différentes, ſçavoir la vitrée & la réſineuſe, dont l'une attire les corps repouſſés par l'autre. Les

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1734. p. 523.

corps électriques attirent toujours & indistinctement touts ceux qui ne le ſont point, & repouſſent au contraire touts ceux qui ſont doüés de celle des deux électricités qui eſt de même eſpéce que la leur. J'appelle l'une, dit du Fay, *électricité vitrée & l'autre électricité réſineuſe, non que je penſe qu'il n'y a que les corps de la nature du verre qui ſoient doüés de l'une, & les matiéres réſineuſes de l'autre, mais c'eſt parce que le verre & le copal ſont les deux matiéres qui m'ont donné lieu de découvrir ces deux différentes électricités.*

Mémoir. ann. 1733. p. 469.

Les molécules, qui forment une atmoſphére autour des corps électriques, démontrent ſenſiblement l'exiſtence d'une matiére ſubtile; elles font une forte impreſſion ſur trois de nos ſens, le toucher, l'ouie, & la vuë, ſuivant les expériences que je (1) vais rapporter.

Les électricités de même eſpéce paroiſſent ennemies, & celles de différente eſpéce amies. Les deux électricités oppoſées doivent avoir deux tourbillons de nature différente. Il eſt très-poſſible que deux tourbillons ne ſoient pas diſpoſés à

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1733.

(1) *M. Etienne Gray Anglois, a inventé en 1720. les principales expériences ſur l'électricité. Tranſact. philoſ. n. 366. & 417. Du Fay a exécuté ces expériences en France, & a fait beaucoup de recherches ſur la nature de ce phénoméne.*

s'unir

s'unir & à ſe confondre, parce qu'ils ſont de même nature, & qu'ils ſe confondroient s'ils étoient de nature différente. La ſoie, la toile, le papier, ont par eux-mêmes l'électricité réſineuſe ; la laine, les plumes, le dos d'un chat vivant ont l'électricité vitrée. On voit par ce petit nombre d'exemples, qu'une même électricité n'appartient pas conſtamment ſoit aux matiéres végétales, ſoit aux animales. Un plus grand nombre d'expériences broüillera encore plus les eſpéces, & peut-être à la longue éclaircira tout.

Pour électriſer un corps, on prend un tube de verre long de trois à quatre piés : on frotte ce tube avec un linge ou une étoffe un peu rude, & on le paſſe deux ou trois fois le long du corps que l'on veut électriſer. Une boule d'yvoire, ſuſpenduë au bout d'une fiſſelle de plus de mille piés de longueur, reçoit l'électricité par communication, ſi à l'autre bout de la fiſſelle on met un tuïau de verre frotté & devenu électrique. Les corps les moins électriques par eux-mêmes ſont ceux qui le deviennent le mieux par communication ; parce que leur dureté & le tiſſu ſerré de leurs particules contient mieux la matiére électrique qui les environne, & apporte plus d'obſtacle à ſa diſſipation. La vertu électrique ſe diſ-

perſe dans l'air : elle a beſoin pour un grand trajet, d'être conduite le long d'un corps continu. En repliant une corde, on l'a vû aller juſqu'à 1256. piés où du Fay l'a abandonnée par laſſitude, quoiqu'elle fût encore aſſez ſenſible pour devoir aller plus loin. Le plus grand vent ne détourne point ce prodigieux écoulement, de même qu'il ne fait aucune diverſion à la matiére lumineuſe ; au lieu qu'il dérange beaucoup le ſon, les odeurs, & autres corpuſcules plus groſſiers. L'air humide eſt fort nuiſible à l'électricité, parce que les vapeurs ſe mêlent à la matiére électrique. Le grand chaud lui eſt contraire auſſi ; parce qu'un air plus raréfié par le chaud favoriſe davantage la diſſipation de cette matiére.

Les corps qui ſont le plus facilement attirés, ou les moins électriques par eux-mêmes, ſont les plus propres à tranſmettre au loin la vertu électrique. Par cette raiſon, une corde ordinaire vaut beaucoup mieux qu'une de ſoie, & même il eſt bon de la moüiller, parce que l'eau n'eſt que très-peu électrique. La continuité du corps qui tranſmet l'électricité peut être interrompuë ; & l'interruption peut aller, ſelon M. Gray, juſqu'à 47. poulces Anglois. Alors la matiére électrique, par ſa ſeule force, &

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1734.

ſans être ſoutenuë, continuë ſon cours.

Un enfant étant ſuſpendu horizontalement par des cordes attachées au plancher, ſi l'on approche de ſes piés le tube de verre bien frotté, la tête s'électriſe, & ce ſont ſes piés, ſi l'on approche le tube de ſa tête. Une botte de paille, un fagot mis à la place de l'enfant s'électriſent de même. Il faut que la matiére de l'atmoſphére ſoit abondante pour embraſſer de ſi gros volumes ; & non-ſeulement elle embraſſe les ſurfaces, mais elle pénétre du moins juſqu'à un certain point, dans l'intérieur, puiſque touts les petits brins ou de paille, ou de bois, ſe trouvent électriſés. Mais voici le plus ſurprenant : un homme ſuſpendu horizontalement, aïant été électriſé, ſi quelqu'autre approche ſa main, ils ſentent touts les deux une petite douleur ; comme ſi un trait détaché de la peau de l'un étoit allé piquer l'autre. Il y a plus : ſi l'on paſſe la main ſur un endroit habillé, l'effet eſt le même pour les deux acteurs de l'expérience ; la vertu électrique n'agit pas moins au travers des habits. *Hiſt. de* 1733.

J'ai éprouvé en même tems trois impreſſions très-ſenſibles de l'électricité, ſur trois de mes ſens, la vuë, l'ouie, & le toucher. Aïant plongé un doigt dans l'atmoſphére électrique d'une perſonne

ſuſpenduë & électriſée, trois effets s'en ſont enſuivis, étincelle, exploſion, douleur. J'ai vû ſortir, à l'endroit le plus proche de mon doigt une étincelle vive & brillante, j'ai entendu une exploſion & un bruit très-remarquable; j'ai ſenti une douleur ſemblable à celle d'une piquure ou brulure légére, comme ſi des corpuſcules électriques s'étant inſinués dans mes artéres & dans mes veines y avoient excité une ſenſation douloureuſe. Si l'on approche doucement du viſage un corps rendu électrique, on ſent un petit frémiſſement comme ſi l'on étoit touché d'une toile d'araignée. Mais ſi l'on approche du viſage un tube de verre fortement électriſé, on ſent un vent très-chaud & ſuffiſant pour agiter les cheveux. C'eſt par une eſpéce d'électricité que la torpille engourdit les animaux qui la touchent.

Les corps rendus électriques ont auſſi une vertu de répulſion. Une petite feüille d'or ſe colle pour un moment au tube, mais dans le moment ſuivant, elle s'élance en l'air d'un mouvement très-vif, & s'éléve à la hauteur de huit ou dix poulces. Si l'on éléve le tube vers elle, elle fuit; elle deſcend ſi l'on abaiſſe le tube; & cela dure tant que le tube conſerve ſa vertu. Si vous touchez cette

feüille d'or avec le doigt, ou que vous creviez autrement la petite atmoſphére qui la ſoutenoit, qui étoit en équilibre avec un pareil volume de l'atmoſphére du tube, la feüille d'or eſt renduë à ſa peſanteur : entraînée par l'atmoſphére du tube, elle retombe ſur lui.

Pourquoi le verre & les autres corps friables, comme la cire d'Eſpagne, ont-ils beaucoup d'électricité ? C'eſt que les molécules de leurs ſurfaces ſont propres à être détachées, agitées par le frottement, & à former autour de ces corps ou de ceux auſquels l'électricité ſe communique, une atmoſphére très-abondante. Pourquoi d'un autre côté, les métaux ne peuvent-ils devenir électriques par le frottement, quoiqu'ils ſoient les plus propres de touts les corps à recevoir l'électricité par communication ? C'eſt que leurs particules fortement liées entr'elles ne peuvent être détachées par le frottement, mais que le tourbillon électrique, qui ne peut ni pénétrer les particules rameuſes de l'air, ni s'inſinuer dans les pores ſerrés des métaux, ſubſiſte plus longtems autour de ces ſurfaces métalliques. L'atmoſphére électrique, non plus que la magnétique n'eſt point un tourbillon. L'une & l'autre doivent être conçuës comme formées de

matiéres qui ſuivent des mouvements directs en tout ſens.

De la formation des vents.

Les Phyſiciens ne ſont pas d'accord ſur la formation des vents. Des Cartes l'explique par des éruptions de l'air chaſſé des cavernes ſouterraines, comme on voit un air qui a été raréfié, ſortir avec violence (1) de l'Eolipyle. Il y en a qui ont attribué le vent à la révolution diurne de la terre ſur ſon axe d'Occident en Orient; mais cette cauſe devroit produire un vent continuel & du même côté. Quelques-uns ont prétendu trouver la cauſe du vent dans les (2) ſyzygies & apſides des planétes, dans leurs mouve-

(1) *L'éolipyle eſt une boule de métail, qui a une queuë, où il y a une petite ouverture. Cette boule aïant été échauffée pour raréfier l'air qu'elle contient, on la jette dans l'eau, afin de remplir le vuide que laiſſe l'air condenſé par le froid; & lorſqu'on la rapproche du feu, elle pouſſe un vent impétueux, juſqu'à ce que toute l'eau ſoit évaporée. Faites entrer dans l'éolipyle de l'eſprit de vin au lieu d'eau, & approchez-en une bougie, vous verrez ſortir un jet & une pluie de feu.*

(2) *Les Syzygies des planétes ſont leurs rencontres en ligne perpendiculaire dans l'écliptique, ſoit en conjonction ſoit en oppoſition. Les Apſides ſont les différentes diſtances des planétes. Leur proximité, conſidérée par rapport au ſoleil, ſe nomme périhélie; par rapport à la terre, périgée: leur plus grand éloignement par rapport au ſoleil, aphélie, par rapport à la terre, apogée.*

ments ſur leurs axes & dans l'écliptique, cauſes qui paroiſſent trop éloignées, & d'ailleurs trop réglées & trop périodiques pour un effet ſi inconſtant. Les différentes ſituations de la lune, ſurtout lorſqu'elle eſt proche de notre Zenith, peuvent beaucoup contribuer aux vents, par le plus ou le moins de liberté qu'elle laiſſe au cours de la matiére éthérée : & c'eſt une cauſe très-phyſique des changements de tems que le vulgaire attribuë à la lune. D'autres rapportent l'origine des vents à l'action inégale des raïons du ſoleil, à toutes les fermentations excitées dans l'air, à des vapeurs & à des exhalaiſons fort agitées, qui prenant leur cours d'un même côté, communiquent leur mouvement à un fluide plus groſſier : & il eſt vraiſemblable que chacune de ces cauſes influë en partie.

Il y a près de Vicence en Italie une haute montagne, dont les entrailles toujours pleines de vent en fourniſſent aux maiſons ſituées dans le voiſinage, & de laquelle on le tire par des tuïaux ſouterrains pratiqués pour cet effet, comme pour la conduite d'une eau de ſource. Les vents de quelques antres y ſont ſi froids, que ſi l'on y étoit expoſé dans les plus grandes chaleurs de l'été, on croiroit être en hyver. Les cavités de cette

Bayl. phyſiq. Dictionn. de Th. Corneil. art. Vicence.

montagne & ces antres ſont de véritables éolipyles, où le froid produit par le vent eſt un effet de la chaleur. Car l'air, qui entre dans cette montagne, venant à s'y dilater par la chaleur, une partie ſe convertit en un vent impétueux, que ſon mouvement direct rend très-froid.

Des Sçavants du Nord ont tenu, pendant des 30. années conſécutives, un régiſtre fidéle de touts les changements de tems, & des moindres mouvements des giroüettes de leurs maiſons, pour tâcher de découvrir ſi la formation des vents pouvoit être attribuée à quelque cauſe réguliére. Mariotte a mêlé les cauſes régulières & les fortuites. Il aſſigne aux vents trois origines principales : 1. la révolution de la terre ſur ſon axe d'Occident en Orient ; 2. les viciſſitudes des raréfactions de l'air par la chaleur du ſoleil, & de ſes condenſations, lorſque cet aſtre ceſſe de l'échauffer ; 3. les élévations de la lune vers ſon apogée, ou ſes deſcentes vers ſon périgée : en ſorte que pluſieurs combinaiſons des tems & des lieux varient les effets de ces cauſes générales.

Trait. du mouvem. des eaux.

Touts les (1) météores ont été expli-

(1) *Météore ſignifie tout ce qui s'engendre dans l'air. Son étymologie ſe tire du mot Grec* Μετέωρος, *élevé.*

qués d'une maniére phyſique. Le tonnerre, qui jette dans les eſprits (1) une impreſſion de crainte, eſt un mélange d'exhalaiſons ſulphureuſes, bitumineuſes & ſalines, comprimées dans un nuage, & qui venant à s'agiter & à ſe gonfler par la chaleur, font crever la nuée avec un effort ſuivi d'éclair & de bruit. Ces exhalaiſons crévent une nuée à peu près, comme l'air dilaté par le feu créve l'écorce d'une chataigne. Dans les endroits, où le tonnerre eſt tombé, on ſent d'ordinaire une odeur de ſoulphre & de bitume. Il peut arriver auſſi qu'une nuée ſupérieure, agitée des mouvements que cauſe en elle le paſſage de la raréfaction à la condenſation, tombe ſur une nuée inférieure; de là ſuivent une grande colliſion, & le bruit excité par l'air, qui eſt chaſſé avec violence. Des ouvertures étroites & ſubites cauſent les éclairs. Quelques exhalaiſons nitreuſes & ſulfureuſes s'allument, ſe dilatent, & pouſſent avec violence tout ce qu'elles rencontrent. Si elles arrivent juſqu'à la ſurface de la terre, avant que l'air les ait diſſipées, c'eſt la foudre.

Des autres météores.

Phyſiq. de Bayle.

(1) . . . & humanas motura tonitrua mentes. *Ovid. metam. Les Anciens croïoient que le tonnerre venoit de la planéte de Jupiter & autres planétes ſupérieures à la terre :* ideoque dictum Jovem fulmina jaculari. *Plin. lib. 2. c. 20.*

Ce qui diſſout les nuées, comme le ſon des cloches, & la pluie, détourne & fait ceſſer le tonnerre. Le ſon peut auſſi l'attirer, ſi l'on ſonne au-deſſous de la nuée, parce que l'air fortement agité diviſe, agite, affoiblit la baſe de la nuée. Les corps élevés en ſont plutôt frappés, parce qu'ils ſont plus expoſés à ſe rencontrer dans la ligne tranſverſale décrite par la foudre; que leur réſiſtence à l'air le détermine à ſe fendre, & que la foudre ſuit cette détermination.

Entret. phyſiq. t. 4. entr. 4.

Le tonnerre a cauſé les effets les plus extraordinaires par la ſubtilité de ſa flamme. Il a fondu (1) les eſpéces d'or & d'argent qui étoient dans une bourſe fermée, ſans endommager la bourſe. Muret aſſure que le tonnerre a fondu l'épée d'un de ſes domeſtiques, qui étoit dans le fourreau, ſans qu'il ſoit arrivé au fourreau aucun changement.

Muret. comm. in Sen. lib. 2. quæſt. nat. c. 31.

Les Phyſiciens, pour expliquer ces phénoménes, ſuppoſent avec beaucoup de vraiſemblance „ que les exhalaiſons étant de leur nature fort différentes, il s'en rencontre dans la compoſition du tonnerre de ſi légéres & de ſi raréfiées, comme celles du ſoulphre, qu'elles s'attachent ſeulement aux matiéres fort ai-

(1) Fulmen, illæsâ quandoque crumænâ, pecunias colliquat. *Cardan. de ſubtil. lib. 2.*

ſées à bruler. Que d'autres, fort roides & pénétrantes, ſemblables aux ſels volatils, ne font point d'impreſſion ſur les matiéres qui ont les pores aſſez grands pour leur donner paſſage, & qu'elles n'éxercent leur force que ſur les matiéres qui leur réſiſtent. C'eſt ainſi que l'eſprit de nitre ne diſſout ni le bois ni la cire, & qu'il change le fer en une eſpéce de liqueur.

Pline raconte qu'une Romaine, nommée Marcia, ne fut point bleſſée (1) d'un coup de tonnerre, qui ôta la vie à ſon fruit.

Un maître de Penſion à Londres & ſa femme dormant l'un à côté de l'autre, un coup de tonnerre tua le mari; & la femme qui étoit groſſe de huit mois, ne fut éveillée que par le bruit des voiſins qui venoient à leur ſecours. Elle fut ſaiſie en même tems des douleurs de l'accouchement, & elle ſe délivra d'un enfant mort, qui paroiſſoit noirci & grillé du même coup qui avoit ôté la vie à ſon pére. Le tonnerre n'avoit fait aucun mal à la mére; mais il lui en eſt reſté une telle impreſſion, que toutes les fois qu'il doit tonner, elle en a des preſſentiments certains par la révolution qui ſe fait en elle.

(1) Martia Romæ, partu ſulmine exanimato, ipſa ſupervixit. *Plin. lib.* 2. *c.* 51.

Les parties ſulphureuſes & fort volatiles du tonnerre avoient été aſſez déliées & aſſez ſubtiles pour tuer l'enfant, ſans bleſſer la mére, dont le ſang fut affecté d'un levain qui reproduit une efferveſcence nouvelle, toutes les fois qu'il doit tonner. Des perſonnes très-dignes de foi m'ont aſſuré que cette femme eſt vivante, & que le fait eſt de notoriété publique à Londres.

La grêle (1) ſe forme, lorſque l'air de la moïenne région, qui a beaucoup de fraicheur, ſe trouve ſous une nuée grande & épaiſſe, qui lui ôte tout-à-fait les raïons du Soleil; cet air ſe change en un vent très-froid, parce que ſes particules ceſſent de ſe mouvoir en tout ſens. C'eſt pourquoi ſi la nuée tombe en pluie, les gouttes d'eau paſſant par cet air, s'y gélent & tombent en morceaux de glace, de la figure & de la groſſeur à peu près, dont ces gouttes d'eau étoient alors: & comme il grêle plus ſouvent en été, il eſt vraiſemblable que cette congélation eſt produite par des ſels nitreux répandus dans l'air. Dans ſa chute la grêle peut

(1) Grandinem conglaciato imbre gigni, & nivem eodem humore molliùs coacto; pruinam autem ex rore gelido. *Plin. lib. 2. c. 60. Ariſtote, dans ſes livres ſur les météores, explique la neige, la gréle, les vents, le tonnerre, d'une maniére peu différente des modernes.*

groſſir beaucoup, en rencontrant des vapeurs qui s'y attachent & ne forment qu'un monceau de glace. Le 17. May 1703. il tomba dans le Perche une grêle, dont les moindres grains étoient gros comme les deux poulces, les moïens comme des œufs de poules, les autres comme le poing, & peſants cinq quarterons. *Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1703.*

Le 2. Juin 1738. après de forts tonnerres, il a tombé à Guarbecque en Artois, des corps très-ſolides & très-gros qu'on jugea être des pierres. On en a déterré pluſieurs que leur poids avoit plus ou moins enfoncées. Ces morceaux d'une matiére dure étoient une eſpéce de marcaſſite. Pluſieurs ont été envoïés à Arras : il y en a du poids de cinq livres à S. Venant. M. le Subdélégué à Aire a témoigné, dans une lettre, qu'il avoit une de ces pierres qui peſoit huit livres & demie. Elles ſont de couleur cendrée, traverſées de lignes métalliques, dont les unes paroiſſent être de fer, les autres de cuivre. C'eſt une preuve ſurabondante, que les mêmes exhalaiſons, qui forment les métaux dans les entrailles de la terre, en forment auſſi dans la région éthérée. *Mercur. de Juin 1738. part. 2.*

La neige eſt produite, de ce qu'en hyver les nuées environnées d'un air fort

froid de toutes parts, paſſent très-vite de la condenſation qui peut les réduire en pluie, à celle qui eſt propre à les convertir en glace : & les petites parties glacées conſervant entr'elles à peu près les mêmes intervalles, qu'avoient les parties de la nuée, ont des pores fort ouverts, & forment des floccons, qui ont beaucoup de légéreté. La neige contribuë à la fécondité de la terre, par les exhalaiſons qu'elle y retient, & par les ſels & les nitres qu'elle y répand.

La différence de la neige & de la grêle, dont les cauſes, comme on voit, ſont aſſez ſemblables, vient de ce que la nuée eſt immédiatement fonduë en neige, au lieu que la grêle eſt une pluie glacée.

La pluie ſe forme des nuées, qui ſont pouſſées d'une contrée en une autre plus froide ; ou des vapeurs qui s'élévent de la baſſe (1) région de l'air à la moïenne, dans laquelle l'air eſt plus froid à proportion. La chaleur, qui raréfioit les particules de l'eau, venant à les abandonner, elles ſe rapprochent, & forment des gouttes, que leur poids fait retomber ; les groſſes pluies d'été doivent être

(1) Ceu poſito velut igne, meri florumque calentum
Spiritus ad coſtas hæret frigentis aheni,
In tenueſque fluit guttas. *Vanier.*

attribuées à ce qu'il s'eſt élevé une beaucoup plus grande quantité de vapeurs attirées par le ſoleil, & que tombant de plus haut, elles ſe rejoignent en gouttes plus groſſes. Pendant l'hyver, les nuées s'élevant moins haut, la pluie eſt tombée le plus ſouvent, avant que d'être glacée ou par le vent ou par les ſels. *Entret. phyſiq. t. 4. entr. 3.*

La roſée eſt une vapeur rare, & qui eſt raſſemblée en gouttes d'une petiteſſe inſenſible par la fraicheur des nuits. Dans les ſerres les mieux fermées, on voit les plantes chargées de roſée : elles ſont moüillées, ſous les cloches, d'une roſée plus abondante que ſi elles avoient été expoſées à l'air. Quand il y a eu du broüillard, les feüilles ſont humides de deux côtés : quand il n'y a eu que de la roſée, le côté qui eſt tourné vers la terre, eſt ſeul humecté. Sur cette obſervation, l'Académie des Sciences en 1687. déclara ſon ſentiment que la roſée s'éléve de la terre, & ne tombe pas du ciel.

Les broüillards ſont des vapeurs & des exhalaiſons groſſiéres, qui ne pouvant s'élever au-deſſus de la baſſe région de l'air, y ſont condenſées par le froid ou par la fraicheur des nuits. Si ces broüillards ſont attirés en haut, par une chaleur médiocre, qui les éléve ſans les raréfier, ils ſe changent en pluie, & ren-

dent l'air nébuleux ; ſi leur propre peſanteur les fait retomber ſur la terre, le tems devient ſerein.

De l'Arc-en-ciel.

Parmi les Anciens, Ariſtote & quelques-uns de ſes Commentateurs, comme Alexandre d'Aphrodiſée & Olympiodore, ont été les ſeuls qui aïent recherché la nature & la formation de l'Iris. Ils l'ont traitée avec une extrême obſcurité ; c'eſt qu'ils n'avoient qu'une idée fort confuſe de ce qu'ils avoient entrepris d'expliquer : car tout Auteur, qui traite ſon ſujet obſcurément, fait connoître que lui-même ne l'a pas clairement conçu.

Sénéque regardoit l'arc-en-ciel comme un (1) parhélie confus & mal exprimé à cauſe des défauts & de l'imperfection du miroir ; cette image du ſoleil nous étant renvoïée par une nuée (2) concave & fonduë en pluie. Il attribuoit la diverſité des couleurs à ce qu'elles (3) ve-

(1) Arcus imago ſolis malè expreſſi ob vitium figuramque ſpeculi. *Sen. lib.* 1. *nat. quæſt. c.* 4.

(2) Imago roſcidâ & cavâ nube concepta. *Ibid. lib.* 1. *c.* 3.

(3) Varietas autem non ob aliam cauſam fit, quàm quià pars coloris à ſole eſt, pars à nube illâ. *Ibid. lib.* 1. *c.* 3.

Color igneus à ſole eſt, cæruleus à nube ; cæteri utriuſque mixturæ. *Ibid. lib.* 1. *c.* 5.

noient en partie de la nuée & en partie du ſoleil. Albert le Grand expliquoit l'arc-en-ciel par un nuage qu'il ſuppoſoit être derriére les gouttes de pluie. Mais la matiére de l'arc-en-ciel conſiſte dans ces gouttes mêmes, qui doivent être conſidérées comme autant de petites ſphéres : ce qui fait que l'arc ne peut être vû qu'un peu avant ou pendant la pluie. Sa cauſe eſt la lumiére du ſoleil.

Al'. Magn. lib. 3. meteor. tract. 4. c. 14.

Marc Antoine de Dominis donna, il y a cent cinquante ans, une explication de ce phénoméne qui a été (1) reçuë de des Cartes, de touts les Modernes, des Newtoniens mêmes. Repréſentez-vous, diſent-ils, une ligne droite tirée du centre du ſoleil à la petite ſphére ABC. Entrant dans la petite ſphére ou dans la goutte de pluie par le point A, comme elle change de milieu, la réfraction la détourne un peu, & lui fait heurter la concavité de la petite ſphére au point B, qui la refléchit au point C, où ſouffrant une ſeconde réfraction, parce qu'elle revient de l'eau dans l'air, elle ſe détourne une ſeconde fois, & vient par la ligne CD, frapper l'organe du ſpectateur qui

PL. 1. FIG. 3.

(1) *Marc. Anton. de Dominis, de radiis viſûs, c. 13. Rohault, phyſiq. part. 3. ch. 17. Entret. phyſiq. c. 4. entret. 6. M. de Voltair. Elém. ch. 11.*

eſt ſuppoſé en D. L'obſervateur a le dos (1) tourné au ſoleil. Imaginez la ligne SDE tirée du centre du ſoleil par l'œil de l'obſervateur D au point E centre de l'Iris. Cette ligne SDE eſt l'axe de la viſion.

Quantité de lignes droites ou de raïons du ſoleil entrent comme S A par touts les points de ſurface convexe des autres petites ſphéres du côté expoſé au ſoleil. Un très-grand nombre de ces raïons eſt perdu pour l'œil : quelques-uns après la réflexion & les deux réfractions qui viennent d'être expliquées, frappent l'œil en D, & y excitent une ſenſation de couleur différente, ſuivant la grandeur de l'angle, que le raion revenant de la petite ſphére fait avec l'axe de viſion au point D.

PL. 1. FIG. 3. De touts les côtés qui entourent l'axe de viſion SDE, il vient des raïons au point D ; ils s'y réüniſſent comme dans un centre. L'œil ſe trouve donc au ſommet d'un demi-cône que forment touts les raïons refléchis vers lui ; & il voit un arc ou cette portion de cône terminée à l'horizon, parce que ni la réflexion des raïons du ſoleil, ni la viſion de l'obſervateur ne portent au-delà.

Il n'eſt pas inutile d'ajouter à cette ex-

(1) Mille trahens varios averſo ſole colores. *Virgil.*

plication que le contour de la baſe colorée du demi-cône repréſente le bord ſupérieur de la moitié du diſque ſolaire. Car ſi touts les raïons reflêchis par les gouttes de pluie arrivoient à l'œil, nous verrions la même peinture dans touts les cercles concentriques contenus entre l'arc-en-ciel & l'axe de la viſion. Au lieu d'un arc coloré, nous aurions une image de la moitié du diſque. C'eſt donc le diſque ſolaire qui imprime à l'arc-en-ciel ſa propre rondeur; & cette cauſe de la ſphéricité de l'Iris, rejettée par Dominis, eſt la plus certaine.

De radiis viſûs, c. 12.

Plus le ſoleil (1) approche du méridien, plus l'arc-en-ciel eſt petit & bas; plus le ſoleil eſt près de l'horizon, plus l'arc eſt étendu & élevé. Quelque abaiſſé que ſoit le ſoleil, quand il ſeroit dans l'horizon même, il eſt impoſſible qu'en regardant l'arc-en-ciel d'une plaine, il paroiſſe former plus d'un demi cercle, parce que ſon centre eſt toujours dans l'axe de la viſion, qui raſe alors la terre ſans s'élever au-deſſus. Si l'obſervateur étoit ſur une tour fort haute, & le ſoleil dans l'horizon, l'axe de la viſion, dans

(1) Nunquàm non adverſa ſoli eſt; ſublimis aut humilis proüt ille ſe ſubmiſit aut ſuſtulit, contrario motu. Illo enim deſcendente altior eſt, alto depreſſior. *Sen. lib.* 1. *nat. quæſt. c.* 3.

lequel eſt le centre de l'arc-en-ciel, ſeroit alors conſidérablement élevé au-deſſus de l'horizon, en comparaiſon de la grandeur du cercle dont l'Iris a coutume de faire partie, de maniére qu'on pourroit voir un arc-en-ciel qui s'étendroit à plus de la moitié de ſon cercle: & même on pourroit ſuppoſer la tour ſi haute, & la pluie ſi près de l'œil de l'obſervateur, qu'il verroit l'Iris comme un cercle entier. Soit la ligne SH l'horizon, A le centre de l'arc-en-ciel, le point D où eſt l'œil du ſpectateur élevé au-deſſus de l'horizon, l'axe de la viſion S, D, A, le ſoleil a l'horizon au point S; il eſt évident que l'Iris ſera de beaucoup plus de la moitié du cercle, & que le point D, c'eſt-à-dire, l'œil du ſpectateur étant encore plus élevé au-deſſus de l'horizon, l'Iris ſera du cercle entier. Si quelque nuée empêchoit alors les raïons du ſoleil de tomber ſur la plus haute partie de la circonférence de ce cercle, on n'en verroit que la partie d'en bas qui ſembleroit un arc-en-ciel renverſé, tel peut-être qu'ont été ceux dont quelques Auteurs ont fait mention, comme d'une choſe fort extraordinaire. Rohault, à l'endroit cité, décrit un autre moïen de voir un arc-en-ciel renverſé. *Si le ſoleil étant élevé ſur l'horizon de plus de* 41. *degrés* 46.

PL. 1. FIG. 4.

PL. 1. FIG. 5.

minutes, ses raïons tomboient sur la superficie toute polie d'un grand lac, au milieu duquel fût le spectateur, & si en même tems il tomboit une pluie dans l'air au lieu où ses raïons se refléchissent, ce seroit comme si le soleil éclairoit de dessous l'horizon, & l'axe de la vision se continuëroit alors de bas en haut : d'où il suit que la superficie conique qui détermine le lieu des gouttes qui doivent paroître colorées, seroit toute entière au dessus de la superficie de la terre. Mais parce qu'il n'y auroit des gouttes que vers le bas de cette superficie conique, les nuës toutes entiéres occupant le haut, il est manifeste qu'on ne pourroit voir qu'un arc-en ciel renversé. Aristote s'est donc trompé, en avançant que l'Iris n'est jamais qu'un demi-cercle, & ne peut devenir un cercle entier. Albert le Grand a fort bien remarqué que si un homme étoit placé à une fort grande hauteur, & le soleil à l'horizon, rien n'empêcheroit qu'il ne vît un cercle entier, au lieu d'un arc de cercle.

Aristot. lib. 3. meteor. c. 2. & 5. Alb. Magn. lib. 3. meteor. tract. 4. c. 28.

Il ne reste aucune difficulté sur la figure demie-circulaire de l'arc-en-ciel; nous en avons expliqué deux causes pour une; l'œil placé au sommet d'un demi-cône de raïons refléchis, & surtout la rondeur du disque solaire: il faut examiner maintenant pourquoi la forme de l'arc-en-ciel

eſt étroite, quelle cauſe en varie les couleurs, & d'où vient l'apparence d'un arc-en-ciel extérieur qu'on voit quelquefois en même tems.

L'arc-en-ciel, ſuivant la penſée de Sénéque, eſt un parhélie fort défiguré par l'imperfection de la ſurface qui le reflé-chit. Chaque goutte de pluie renvoie une petite partie du diſque ſolaire. Cette multiplicité de petites repréſentations traceroit confuſément une moitié de diſque prodigieuſement aggrandi, & qui rempliroit tout l'eſpace qui eſt entre l'arc & l'axe de viſion, ſi le plus grand nombre des raïons colorés n'étoit pas perdu pour l'œil. Mais il n'y a que ceux qui font certains angles avec l'axe de viſion, par leſquels la ſenſation de quelques couleurs ſoit imprimée dans l'organe. Toutes les autres parties des nuées nous tranſmettent alors l'apparence ordinaire d'un (1) blanc & d'un bleu fort obſcur-

(1) *La voute céleſte nous paroît azurée dans un tems fort ſerein, parce que n'y aïant point de nuage en l'air, il ne ſe fait aucune réflexion des raïons du ſoleil ou des étoiles, & nous prenons pour les cieux de grands cercles de l'atmoſphére, dans leſquels la matiére non lumineuſe ne reçoit qu'une petite quantité de raïons fort diffus & fort affoiblis. La voute céleſte eſt blanchâtre, lorſque des nuages proches & épais nous renvoient une forte réflexion de la lumiére. Cette voute eſt tein-*

tis dans le tems de pluie. La bande colorée eſt donc fort étroite, n'étant compoſée que de l'intervalle du plus grand & du plus petit angle qui apportent à notre œil les teintes des couleurs différentes. La peinture du diſque, pour ainſi dire, ne vient à nous que de cet eſpace : toute celle qui ſe trace dans les autres cercles concentriques à l'axe de viſion ne frappe pas l'œil, elle eſt refléchie ailleurs, par conſéquent, elle ne fait aucune impreſſion ſur notre organe. Et comme la viſion de l'arc dépend de ces angles, chaque mouvement de tête qui les change, produit en nous la viſion d'un arc-en-ciel nouveau. Ainſi ce météore n'eſt dans aucun point fixe à notre égard : nous le voïons toujours (1) vis-à-vis de

te de rouge en pluſieurs endroits, lorſque les raïons refléchis qui en viennent, ſont affoiblis & réfractés par des vapeurs épaiſſes répanduës dans les cercles inférieurs de l'atmoſphère, de même que les diſques du ſoleil & de la lune paroiſſent rouges à l'horizon, parce que leurs raïons traverſent une atmoſphére plus chargée d'exhalaiſons & de vapeurs, en raſant la terre.

(1) *On remarqua en 1665. dans les environs de la ville de Chartres deux Iris qui ſe coupoient. Colonne, hiſt. nat. t. 1. p. 116. Ce qui ne peut être attribué qu'à la diſpoſition ſemblable de deux nuées converties en gouttes de pluie, & propres à former l'Iris : mais l'angle de la ſection devoit être fort petit ; car l'arc-en-ciel eſt toûjours vis-à-vis, ou preſque vis-à-vis de l'obſervateur.*

nous. Il avance à meſure que nous avançons, & il nous ſuit, ſi nous reculons en arriére.

L'iris a trois couleurs principales, le jaune au milieu, le rouge en haut, le bleu en bas, & des couleurs intermédiaires compoſées du mélange du rouge & du jaune, ou du jaune & du bleu. Les raïons refléchis ſous le plus grand angle, qui eſt de 41. degrés 46. minutes, tracent la bande ſupérieure; ſous l'angle moïen de 41. degrés 30. minutes, ils forment la bande jaune du milieu; ſous le plus petit angle de 41. degrés 14. minutes, ils peignent la bande bleuë inférieure. Le calcul de ces angles varie chez différents auteurs. Leurs extrémités, dont la diſtance eſt fixée ici après Rohault à 32. minutes, terminent la largeur de l'iris.

Rohault, phyſiq. part. 3. ch. 17.

Suivant les Newtoniens, les raïons portent avec eux leur couleur, leur réfrangibilité, leur réflexibilité propre, inhérente, & invariable; ce qui a été ſuffiſamment réfuté. Pour nous, qui ſuivons l'hypothéſe des couleurs expliquée ci-deſſus, nous eſtimons que les différentes couleurs de l'arc-en-ciel naiſſent, comme toutes les autres, du mélange des globules avec une matiére non lumineuſe. Cette théorie des couleurs nous

M. de Volt. elem. ch. 11.

eſt

eſt encore confirmée à l'occaſion de l'arc-en-ciel. Car pourquoi la bande du milieu eſt-elle jaune & la plus reſſemblante à l'état naturel de la lumiére ? ſi ce n'eſt que la couleur du milieu eſt la plus forte, comme étant moins mêlée de matiére non lumineuſe ? Pourquoi la bande ſupérieure eſt-elle rouge & la mieux terminée? La raiſon eſt que plus l'angle du raïon viſuel & de la ligne du zénith diminuë, plus la lumiére a de force & eſt éclatante, moins les faiſceaux lumineux, qui agiſſent ſur l'organe, ſont écartés par une matiére hétérogéne. Le bord inférieur eſt bleu, ne diminuë que peu à peu, & finit imperceptiblement par la raiſon contraire. Il s'en préſente une autre cauſe, qui dans le fond n'a que le même principe : le bord ſupérieur eſt le moins mêlé de vapeurs ; il eſt plus près de l'extrémité de la nuée où les vapeurs finiſſent ; le bord inférieur, tourné du côté de la terre, eſt plus chargé des vapeurs, dont s'eſt formée la pluie actuelle ou prête à tomber. Les couleurs intermédiaires ſont compoſées, comme dans toutes les expériences, du mélange des autres.

Le fond de l'explication de l'arc-en-ciel eſt dû à une expérience de Marc-Antoine de Dominis répétée par des Car-

tes, dont vraiſemblablement Dominis avoit pris l'idée dans des gouttes d'eau éparpillées en l'air, leſquelles, ſuivant la remarque (1) de Sénéque, imitent aſſez bien les couleurs de l'arc-en-ciel. Peut-être avoit-il eu quelque rencontre pareille à celle du P. Pardies, qui aïant le dos tourné au ſoleil, & ſa vuë s'étant portée par hazard ſur une grande prairie, dont l'herbe étoit encore moüillée de petites gouttes qui y avoient été laiſſées par un broüillard diſſipé depuis quelques moments, il vit (2) un arc-en-ciel renverſé, dont les couleurs étoient les plus éclatantes, & entiérement ſemblables à celle d'un arc-en-ciel formé dans les nuées. La même raiſon de la diverſité des couleurs s'y rencontroit, la bande jaune étant au centre de la réflexion, le bord rouge de l'arc de la prairie étant à l'extrémité des gouttes de pluie comme dans l'arc-en-ciel, & le bord bleu de l'un & de l'autre arc étant tourné vers la

Journal. des Sçav. du lundi 7. Févr. 1667.

(1) Videmus, cùm fiſtula aliquo loco rupta eſt, aquam per tenuè foramen elidi: quæ ſparſa contrà ſolem obliquè poſitum, faciem arcûs repræſentat. *Sen. lib. 1. nat. quæſt. c. 3.* Obliquè poſitum *doit s'entendre comme* à tergo ſpectatoris

(2) *Les raïons refléchis entre le ſpectateur & le centre de l'iris faiſoient paroître cet arc renverſé.*

plus grande abondance de la matiére pluvieuſe.

L'expérience de Dominis & de des Cartes conſiſte à ſuſpendre trois boules pleines d'eau à différentes hauteurs ou à élever & baiſſer la même, en ſorte que le raïon viſuel venant de la boule des trois la plus haute, ou de la même boule dans ſa ſituation la plus élevée, faſſe avec l'axe de la viſion au point D, un angle de 41. degrés 46. minutes ; dans la boule du milieu un angle de 41. degrés 30. minutes ; dans l'inférieure un angle de 41. degrés 14. minutes. Ces trois boules, ou la même ſuſpenduë aux trois différentes hauteurs renvoient à l'œil les trois couleurs qui répondent à celles des trois bandes principales de l'arc-en-ciel ; le plus grand angle de 41. degrés 46. minutes donnant (1) le rouge, le moïen de 41. degrés 30. minutes apportant la jaune, tandis que le plus PL. 1. FIG. 3.

(1) *Ce n'eſt pas l'ouverture de ces angles plus ou moins grande, qui décide de la couleur des raïons. Cette couleur eſt toûjours déterminée par la cauſe générale, qui eſt le mélange d'une matiére hétérogéne dans les raïons réfractés ou reflé-chis. Le calcul des degrés & des minutes d'angles ſert ſeulement ici à indiquer de quelle hauteur les raïons colorés arrivent à l'œil, ſoit en faiſant cette expérience, ſoit en obſervant l'arc-en-ciel.*

petit de 41. degrés 14. minutes tranſmet le bleu. Les mêmes cauſes ſe retrouvent dans l'expérience pour la diverſité des couleurs : le jaune ou la couleur la plus vive eſt au centre de la réflexion ; le rouge du côté du ciel où la lumiére eſt plus abondante ; le bleu du côté de la terre où la lumiére eſt plus rare. Ainſi l'hypothéſe nous découvre les cauſes des nuances de l'iris, de l'arrangement de ſes couleurs, de ſa forme étroite & ſphérique.

Quelquefois on voit deux arc-en-ciels en même-tems ; le ſecond ſe nomme extérieur, & les couleurs y ont un arrangement contraire, le bleu paroiſſant au-deſſus & le rouge au-deſſous ; il embraſſe le premier, & ſes couleurs ſont moins vives. Touts nos Phyſiciens modernes, entrainés par le ſentiment de Marc-Antoine de Dominis, ont rejetté l'explication de l'arc-en-ciel extérieur, qui fait conſiſter cette apparence dans une repréſentation du véritable arc-en-ciel, renvoiée à nos yeux par la réflexion d'une nuée qui eſt au-deſſus comme par un miroir. Cette hypothéſe eſt cependant très-claire, elle ſatisfait à toutes les difficultés, elle eſt la ſeule recevable. Le ciel eſt plein de ces repréſentations catoptriques, qui nous prouvent combien les

nuées ſont propres à refléchir, comme des miroirs, les images des phénoménes. Le grand nombre de parhélies & de paraſélénes, ou d'images du ſoleil & de la lune (1) obſervées fréquemment & même en grand nombre à la fois, ne laiſſent aucun lieu de douter de la diſpoſition des nuées à nous refléchir des images. Cette explication eſt ſoutenuë de pluſieurs preuves. 1. L'arc extérieur eſt plus grand; la fauſſe Iris embraſſe la véritable; c'eſt que cette apparence d'arc-en-ciel étant formée dans une nuée plus haute, & à une plus grande diſtance de l'axe de viſion, la courbe circulaire doit avoir plus d'étenduë. 2. Les couleurs de la fauſſe Iris ſont fort affoiblies, parce que la plus grande diſtance de la nuée & ſurtout la réflexion des couleurs en diminuent beaucoup la force & l'éclat. 3. Ces couleurs ſont dans un ordre renverſé, parce que le bord ſupérieur de l'Iris véritable eſt refléchi par le bord inférieur de la fauſſe Iris; & que ſuivant la loi de la Catoptrique, la couleur doit changer de côté, de même que ce qui eſt à la droite du corps refléchi eſt vû à la gauche, dans la ſurface refléchiſſante d'un miroir, d'une fontaine, ou dans toute

(1) *Il ſera parlé de ces parhélies & paraſélénes dans le chapitre des Préſages.*

autre. 4. La fauſſe Iris eſt mobile comme la véritable ; elle ſuit auſſi toutes les démarches de l'obſervateur, ſoit en avant, ſoit en arriére, n'étant qu'une image mobile, de même que l'objet qu'elle repréſente. 5. La fauſſe Iris n'eſt pas toûjours viſible, parce qu'il ne ſe trouve pas toûjours au-deſſus de l'arc une nuée propre à le refléchir ; de même que la lune n'eſt pas toûjours ni même ordinairement accompagnée de paraſélénes, ni le ſoleil de parhélies.

De radiis viſûs, c. 14 Marc-Antoine de Dominis oppoſe de foibles raiſons à cette explication de l'Iris refléchie. *Il n'y a*, dit-il, *aucune peinture d'un arc dans la nuée que le ſoleil colore : c'eſt le rapport des raïons à l'axe de viſion qui nous y fait voir un arc.* Toutes les peintures, que nous voïons, n'ont pas plus de réalité que celle de l'Iris ; c'eſt toûjours une réflexion de raïons. Un parhélie en trace un autre dans une nuée ; l'image du ſoleil refléchie par une glace ſur la ſurface des eaux, ou ſur un autre corps poli, eſt répétée par une premiére réflexion, par une ſeconde, par pluſieurs autres. Se trouve-t'il au-deſſus de l'arc-en-ciel une nuée qui préſente une ſurface polie ? Des raïons ſemblables à ceux qui reviennent à l'œil du ſpectateur, vont frapper cette ſurface ; une ſeconde réfle-

xion rapporte à l'œil une autre Iris.

Comment une nuée ultérieure, continuë Dominis, *pourroit-elle devenir un grand miroir? Si elle eſt convertie en gouttes de pluie, elle doit tomber: ſi elle n'eſt pas convertie en gouttes, elle ne peut pas refléchir l'image de l'arc-en-ciel.* Cette objection attaque uniquement l'Iris véritable; & il eſt facile d'y répondre. La nuée eſt toûjours convertie en gouttes; s'il pleut actuellement, les gouttes, qui ſe ſuccédent les unes aux autres, continuent la viſion de l'arc-en-ciel; ſi les gouttes de pluie ſont encore ſuſpenduës en l'air, il n'y a aucune difficulté. A l'égard du faux arc-en-ciel, ce n'eſt pas dans des gouttes de pluie qu'il ſe forme, c'eſt dans une nuée, dont la ſurface eſt polie & fort propre à la réflexion. Les deux objections, qui ſuivent, ont été prévenues par l'explication de l'Iris extérieure.

Si la fauſſe Iris n'étoit que la repréſentation de la véritable, on ne verroit cette image que dans une ſeule ligne de direction. Auſſi ne voit-on la même image de l'Iris que dans une ſeule ligne de direction: & par les mouvements de l'obſervateur, il ſe forme de nouvelles images de l'Iris, en même tems que des Iris differentes. *Si l'arc extérieur n'étoit que l'image de l'intérieur, on devroit y remarquer la même*

diſpoſition des couleurs, qui cependant y paroiſſent dans un ordre renverſé. La repréſentation de l'Iris ſuit, comme nous l'avons obſervé, la loi de la Catoptrique; & cette explication ſe trouve par-là démontrée. Le bord ſupérieur de l'Iris véritable eſt vis-à-vis le bord inférieur de la fauſſe Iris. L'ordre des couleurs doit donc être interverti, de même que la ſituation eſt changée de droite à gauche dans toutes les repréſentations refléchies.

PL. 1. FIG. 6.

A une explication ſi ſimple les Phyſiciens modernes ſubſtituent des bricoles prétenduës géométriques, de doubles réflexions peu intelligibles & incapables de produire les effets qu'ils leur attribuënt. Ils ſuivent encore à cet égard Marc Antoine de Dominis qui a penſé » que la même goutte de pluie renvoie les » raïons des deux arc-en-ciels, ceux de » l'intérieur refléchis une ſeule fois, & » réfractés deux; ceux de l'extérieur » après une double réflexion auſſi bien » qu'une double réfraction: que les » raïons du ſoleil, entrant par certains » points de la petite ſphére, & ſouffrant » un certain dégré de réfraction, vont » heurter un point de la concavité qui les » refléchit vers un autre point de la mê- » me concavité; d'où une ſeconde réfle- » xion les fait ſortir de la petite ſphére;

De radiis viſûs, c. 15.

M. de Volt. Elém. ch. 11

» & qu'aïant eſſuïé en rentrant dans l'air une ſeconde réfraction, ils vont en ligne directe frapper l'œil du ſpectateur au même point D: que l'angle de ces raïons avec l'axe de la viſion eſt plus grand que dans l'arc intérieur; les raïons rouges de l'Iris extérieure faiſant des angles de 51. dégrés quarante-ſix minutes, les raïons jaunes des angles de 52. degrés, les raïons bleus des angles de cinquante-deux degrés ſeize minutes.« PL. 1. FIG. 7. *Rohault, phyſiq. part. 3. ch. 17. Le P. Regnault. entret. phyſiq. t. 4. entret. 6.*

Cette explication ne peut être admiſe. Elle ne rend aucune raiſon de ce que la fauſſe Iris eſt la plus grande, & embraſſe l'arc-en-ciel intérieur. Si l'apparence des deux arcs ſort des mêmes gouttes de pluie, pourquoi l'un paroît-il contenu dans l'autre? La même hypothéſe eſt inſoutenable en ce qu'elle attribuë à deux principes oppoſés la formation des mêmes couleurs ſituées différemment dans les deux Iris; repréſentant le raïon qui fait le plus grand angle comme rouge à l'égard de l'arc intérieur, & aſſignant, au contraire, la couleur bleuë dans l'arc extérieur au raïon qui fait auſſi le plus grand angle: contradiction qui ne ſe trouve point dans l'hypothéſe d'une image refléchie, où la réflexion change la couleur de côté, ſuivant la loi géné-

rale des repréſentations Catoptriques. Si les deux iris étoient produites par les mêmes goutes de pluie, comme les raïons du ſoleil ſont toujours de la même qualité, & qu'ils pénétrent dans ces petites ſphéres par touts les points de leur circonférence, du côté qui leur eſt expoſé, tant par la partie inférieure que par la ſupérieure, on verroit toujours chaque iris accompagnée d'une iris extérieure; ce qui n'arrive néanmoins qu'aſſez rarement, parce qu'il ne ſe trouve pas toujours au-deſſus de la nuée une autre nuée propre à la refléchir.

Entret. phyſiq. t. 4. entret. 6.

L'eau du fleuve S. Laurent dans le Canada, briſée par une cataracte qui a au moins 150. piés de hauteur, fait jaillir & lance dans les airs une multitude prodigieuſe de petites gouttes, qui font une bruine, un nuage apperçu de cinq lieuës, & où le ſoleil peint toujours un arc-en-ciel, avec les plus belles couleurs.

La lumiére refléchie de la lune produit auſſi des arc-en-ciels. Les anciens les croïoient beaucoup (1) plus rares qu'ils ne ſont. Ariſtote a relevé l'erreur des

(1) At contrà arcus in nocte non fit niſi admodùm rarò: quià luna non habet tantùm virium ut nubes tranſeat, & illis colorem ſuffundat qualem accipiunt à ſole perſtrictæ. *Sen. lib. 1. nat. quæſt. c. 3. Les arc-en-ciels de lune.*

philosophes qui étoient anciens de son tems, d'avoir cru qu'il ne paroissoit jamais d'arc-en-ciel la nuit : il ajoute que ce qui les avoit trompés c'étoit la rareté de ce phénoméne *qui est telle*, dit-il, *qu'en cinquante ans on n'en a observé que deux.* Sur quoi il a été critiqué à son tour par Albert le Grand, qui rapporte qu'on a vû deux arc-en ciels de lune en une année, & qu'il n'y a aucune raison de nier qu'ils ne puissent être fréquents. Mariotte dit qu'il se souvient d'avoir vû, dans une seule nuit, trois de ces arc-en-ciels.

Aristot. lib. 3. meteorol c. 2.

Albert. Magn. lib. 3. meteorol. tract. 4.

Mariot. 4. essai de physiq.

Mentzelius assûre qu'il a vû de jour un arc-en-ciel tout blanc. C'est cette circonstance d'un arc-en-ciel blanc pendant le jour qui est remarquable ; car il n'est pas rare que les arc-en-ciels produits par la lune soient blancs. Mariotte confirme

Bayl. répubL des lettr. Octob. 1685.

sont blancs par deux raisons, la premiére que les faisceaux lumineux reflechis par la lune sont plus serrés & moins mélés des deux autres éléments que la lumiére dans son état naturel : la seconde, que les raïons reflechis par la lune, & dépourvûs des vibrations immédiates du soleil, ne pénétrent pas dans les gouttes de pluie, qu'ils ne souffrent aucune réfraction ni à l'entrée, ni à la sortie de ces gouttes, & qu'ils sont reflechis avec plus de force par la convexité des petites spheres. Ainsi des vibrations plus foibles occasionnent alors une lumiére plus vive, par une exception fondée sur les mêmes principes que l'hypothése des couleurs.

Mariot. à l'endr. cité. qu'il paroît des arc-en-ciels ſans couleur en plein jour. Il eſt d'avis que ces arc-en-ciels ſe forment dans les broüillards comme les autres dans une nuée remplie de gouttes d'eau avant ou pendant la pluie. Ils ſont ſemblables en grandeur & en ſituation aux arc-en-ciels ordinaires : ils ſont blancs hors un peu d'obſcurité qui les termine à l'extérieur. Il attribuë cette blancheur à la petiteſſe des vapeurs qui compoſent les broüillards. Ces ſphéres beaucoup plus petites que celles de pluie ont leur tiſſu plus ſerré : leur ſuperficie refléchit les raïons du ſoleil qui ne ſoufrent aucune réfraction : la réflexion des raïons plus forte, & moins mêlée de matiére non lumineuſe, rend ces arc-en-ciels blancs.

Ceux de lune n'ont pas toujours cette couleur. On a écrit de Dijon, que le Samedi 2. Juillet 1734. vers les dix heures du ſoir, la lune étant preſque pleine & fort brillante & le tems ſerein, il parut un double arc-en-ciel auſſi bien formé que ceux du ſoleil, les couleurs bien marquées, mais moins vives. Il alloit du Nord à l'Oüeſt, & dura environ 45. minutes. C'eſt que la lune étant pleine & fort brillante, la réflexion de ſes raïons avoit été aſſez forte pour qu'ils pénétraſſent dans les petites ſphéres aqueuſes.

Mercur. Juin 1735. volum. 2.

Bayle rapporte, comme arc-en-ciel, un phénoméne qui tient davantage des aurores Boréales, dont nous parlerons dans le chapitre ſuivant de l'Aſtronomie. *Environ à cinq cents pas de Rochefort en Ardennes*, dit-il, *le 13. Septembre 1684. parut à neuf heures du matin un arc-en ciel tout nouveau. Il n'étoit pas courbé vers la terre, comme il arrive ordinairement, ni renverſé vers le ciel, comme il arrive quelquefois. C'étoient des nuages droits & perpendiculaires, à peu près comme de longues colonnes dont la premiére étoit verte, la ſeconde rouge, la troiſiéme orangée, & la quatriéme bleuë contre le mêlange ordinaire des couleurs de ce météore. Ces colonnes étoient toutes claires & tranſparentes, & laiſſoient voir diſtinctement les objets qui étoient derriére, comme des bois, des collines, des châteaux &c. Et quand elles vinrent à s'évanoüir, elles commencérent par l'orangée & par la rouge.* *Républ. des lettr. Septemb. 1684.*

Socrate demandoit aux Phyſiciens de ſon tems, *s'ils croïoient, après s'être donné bien de la peine à expliquer les météores, qu'ils auroient plus de crédit dans les choſes céleſtes, & que leur ſcience influëroit ſur les changements de tems* ? l'objet de cette critique de Socrate étoit de rapporter toutes les études à la morale ſeule, afin que les hommes ne travaillaſſent *Xenoph. memorab. lib. 1.*

qu'à devenir meilleurs. Ceux qui ſuivent leur penchant à la pareſſe & au plaiſir, diſent aſſez communément, par un motif different de celui de Socrate, que l'homme eſt fait pour joüir des biens que la nature lui offre, & non pour les connoître; que les ſpéculations des Sçavants ſont la plûpart inutiles, & remplies d'incertitude. Au ſujet du commentaire de Méziriac ſur Diophante, Malherbe demanda à quelqu'un qui lui vantoit ce travail, *Si ce livre feroit amender le pain?* Il eſt aiſé de répondre, en général, que les connoiſſances aſtronomiques, géométriques, & phyſiques, n'ont pas toujours pour objets des uſages réels, mais que ſouvent elles roulent ſur des utilités de pratique; qu'elles ſervent à former l'eſprit; que les parties d'une même ſcience ont trop de liaiſon, pour qu'on puiſſe négliger les unes & cultiver les autres. Que celui qui fait quelque progrès dans la connoiſſance de la nature, joüit avec plus d'agrément des biens qu'elle nous offre. Que ce n'eſt pas ſans deſſein que Dieu a mis dans l'eſprit de l'homme une vaſte curioſité de tout apprendre & de tout connoître: qu'il eſt loüable de ſatisfaire cette curioſité, en la rapportant à une bonne fin. Si l'homme, comme il n'eſt pas douteux, ne

doit travailler qu'à ſe rendre meilleur ; quelle étude y peut contribuer davantage que celle qui raméne inceſſamment à la penſée la magnificence des ouvrages du créateur ? Quant à l'incertitude des ſciences, il me ſemble que c'eſt ce qui pique le plus vivement notre curioſité, & ce qui a le plus d'attrait pour exciter notre émulation. Il faut donc avoüer que toutes les ſciences ſont bonnes en elles-mêmes, & peuvent être rapportées utilement à la même vuë de devenir meilleurs.

Différentes opinions ſur le flux & reflux de la mer. *Plutarch. de placit. philoſ. lib. 3. c. 17.*

Il n'y a point, dans la Phyſique, de queſtion plus difficile que celle du flux & reflux de la mer. Héraclite & Ariſtote l'ont attribué au Soleil qui produit, excite, & améne les vents dont la mer eſt enflée ; Platon à un ſoulévement des eaux qui au travers d'un grand pertuis porte çà & là le flux & le reflux dont les mers ſont agitées ; Sénéque à l'attraction (1) de la lune ; Pythéas a rapporté le flux à la pleine lune, & le reflux au décours ; Timée aux riviéres qui ſe déchargent dans la mer ; Seleucus le Ma-

(1) Undæ interim portionibus creſcunt, & ad horam ac diem ſubeunt, ampliores minoreſque, proüt illas lunare ſidus elicuit, ad cujus arbitrium Oceanus exundat. *Sen. de provid. c. 1.*

théматicien, qui a fait la terre mobile, a prétendu que le mouvement de la terre joint à celui de la lune, & l'air preſſé par ces deux révolutions, cauſoient le flux & le reflux. Pline l'a expliqué par l'impreſſion cauſée aux eaux en même tems par le ſoleil, & par la lune.

Apollonius de Thyane, au rapport de Philoſtrate, regardoit le flux & reflux comme l'effet de goufres profonds, qui abſorboient & repouſſoient une partie des eaux.

Galilée a fait conſiſter la cauſe du flux & du reflux, dans les différents degrés de viteſſe des deux mouvements de la terre, l'un journalier ſur ſon axe, l'autre annuel autour du ſoleil : Képler & Newton dans l'attraction combinée du ſoleil & de la lune. Newton donne ce ſentiment avec tant de confiance, qu'il a entrepris de calculer la force préciſe, avec laquelle le ſoleil & la lune agiſſent ſur les eaux de la mer.

Newt. lib. 3. princip. Math. prop. 36. & 37.

Ricciol. lib. 9. Almag. ſect. 4. c. 14.

Rheita rapporte la cauſe du flux & du reflux à la condenſation & raréfaction de l'air ; Thomas Lydianus à des feux & à des boüillonnements ſous les eaux ; Leſſius aux intelligences chargées de la conduite des ſphéres ; Sfondrat à l'évaporation des eaux entre les tropiques ; les Stoïciens croïoient que le Monde étant

animé avoit beſoin d'une reſpiration continuelle ; & que cette reſpiration pouſſoit les eaux par de grandes cavernes, comme celle (1) d'un animal par ſes narines. Scaliger trouve (2) cette queſtion ſi difficile, qu'il croit que le ſilence y convient mieux que touts les efforts de la Philoſophie.

M. de Moliéres penſe, comme Newton, que les eaux de la mer s'élévent par le paſſage de la lune, que la terre prend une figure elliptique, & que cet effet augmente, lorſque la lune & le ſoleil agiſſent conjointement ſur la mer dans les ſyzygies : mais M. de Moliéres rap- *Leçons phyſiq. leçon 16.*

(1) Neque adhuc ſatis cognitum eſt anhelitune ſuo id mundus efficiat, retractamque cùm ſpiritu regerat undam undique, ſi (ut doctioribus placet) unum animal eſt : àn ſint depreſſi aliqui ſpecus quò reciproca maria reſidant, atque inde ſe rursùs exuberantia attollant : àn luna cauſas tantis meatibus præbeat. Ad ortus certè ejus occaſuſque variantur, neque eodem aſſiduè tempore, ſed ut illa ſurgit ac demergitur, ità recedere atque adventare comperimus. *Pompon. Mel. lib. 3. init.*

(2) Fortaſſe magis conducebat ad opinionem bonæ exiſtimationis ſilentium quàm audacia. Nam quod ubique clamare ſoleo nos nihil ſcire, maximè convenit huic diſputationi . . . . . Nam θεὸς aliquis ἀπὸ μηχανῆς evocandus eſt nobis. Quis enim non dicat hâc in materiâ philoſophiam ipſam balbutire ? *Scalig. exercitat.* 52.

porte à l'impulsion ce que Newton attribuoit à l'attraction. M. de Moliéres pense donc que la terre fortement comprimée par la lune, est contrainte de quitter le centre de son tourbillon : que les eaux de la mer s'éloignent davantage de ce centre, & que, par conséquent, ces eaux s'élévent au-dessus de l'hémisphére tourné à l'oppoſite de la lune : que de l'autre côté, c'eſt-à-dire, vis-à vis de la lune, les eaux de l'Océan s'élévent auſſi, (quoiqu'expoſées à la grande force de la compreſſion) parce que *toutes les parties de la terre tendant au centre de ſon tourbillon à cauſe de leur peſanteur, mais ne pouvant s'en approcher à cauſe de leur adhérence les unes aux autres : celles de l'eau au contraire, leſquelles à cauſe de leur fluidité peuvent aiſément ſe ſéparer les unes des autres, ne tendront pas ſeulement à s'approcher du centre du tourbillon ; mais elles s'y porteront en effet ; ce qui ſera cauſe qu'elles s'éleveront au-deſſus de la ſuperficie de la terre. Ainſi le globe de la terre contractera, au-deſſous de la lune, la forme d'un ellipſoïde par l'allongement qu'y cauſeront les eaux de la mer élevées ſur les parties diamétralement oppoſées de chaque hémiſphére ; en ſorte néanmoins, que les eaux à cauſe de leur peſanteur n'obéiſſant pas avec aſſez de promtitude à l'im-*

preſſion de la lune, le grand diamétre de l'ellipſoïde ne ſera pas préciſément dans la direction du raïon, qui paſſe par les centres de la terre & de la lune.

Cette derniére remarque eſt d'une grande exactitude. Mais quel méchaniſme ! *Les eaux de l'Océan s'élévent*, ſuivant ce ſyſtême géométrique, *d'autant plus que la lune ſera voiſine des ſyzygies, & ces eaux ſeront au comble de la hauteur qui n'eſt cependant jamais que d'une vingtaine de piés au deſſus du niveau, s'il arrive en même tems que la lune ſoit dans les ſyzygies & en périgée, & la terre en périhélie.* Il eſt inconcevable, que les eaux de la mer s'élévent ſur l'hémiſphére tourné à l'oppoſite de la lune, & qu'elles s'éloignent, tant du centre du globe que du centre du tourbillon, pour obéir à une compreſſion qui ne peut agir ſur elles. Je ne conçois pas davantage l'extrémité oppoſée de l'ellipſoïde ; car je donne à cet allongement le même nom que M. de Moliéres ; quoiqu'une augmentation de vingt piés ſur le diamétre de la terre me paroiſſe mériter bien peu le nom d'ellipſoïde. Comment peut-il ſe faire qu'une compreſſion qui force le globe terreſtre à quitter le centre de ſon tourbillon, éléve les eaux ſur leſquelles cette compreſſion agit perpendiculairement ? C'eſt

parce que ces eaux, dit M. de Moliéres, *à cauſe de leur fluidité, peuvent aiſément ſe ſéparer les unes des autres, & qu'elles ne tendront pas ſeulement à s'approcher du centre du tourbillon, mais qu'elles s'y porteront en effet.*

1. Les eaux, à cauſe de leur fluidité, doivent obéir davantage, à la compreſſion de la lune, au lieu de s'élever à l'encontre de cette compreſſion. 2. Un globe peut bien, par les loix de la méchanique, tendre à s'approcher du centre d'un tourbillon avec lequel, lorſqu'une cauſe étrangére vient à ceſſer, il eſt en équilibre : mais toutes les parties de ce globe & entr'autres les eaux de l'Océan, ſe portent par les loix de la peſanteur, c'eſt-à-dire, ſont repouſſées vers le propre centre du globe, non vers le centre du tourbillon. 3. Si les eaux de l'Océan tendoient à s'approcher du centre du tourbillon, elles ne devroient pas s'élever à une hauteur où étoit la circonférence du globe terreſtre relativement au centre du tourbillon que le globe a été contraint de quitter : car aucun méchaniſme ne porte les eaux à cette circonférence ; & par le ſur-hauſſement ſuppoſé, elles s'éloigneroient, non-ſeulement de leur propre centre, qui eſt celui de leur globe, mais du centre du tourbil-

lon, où M. de Moliéres veut qu'elles tendent.

M. de Gamaches place auſſi l'origine du flux & reflux dans deux promontoires d'eau qui s'élevent de l'Océan ſur chaque hémiſphére au-deſſous de la lune : ce qui l'engage à regarder le globe de la terre, dans cette extenſion, comme un ſphéroïde allongé. Il n'attribuë pas l'élévation des eaux par la lune à l'attraction Newtonienne qu'il rejette, ni à la preſſion de la lune, mais au contraire à une moindre preſſion ; parce que la lune intercepte l'action de la colonne aërienne qui agit ſur la ſurface de la mer ; & par conſéquent les colonnes latérales compriment plus fortement toutes les eaux de la mer, autour de celles qui ſe trouvent immédiatement ſous la lune ; en ſorte que cet excès de preſſion ſur les eaux environnantes contraint celles qui ſont moins preſſées ſous la lune de s'élever ; & lorſqu'elles viennent à retomber par leur propre poids, le flux & reflux y prennent leur origine. *M. de Gam. à la fin de l'aſtron. phyſiq.*

C'eſt une cauſe bien peu efficace d'un flux, qui s'étend ſi loin, qu'une diminution ſucceſſive du poids de la colonne aërienne ſur chaque méridien qui traverſe les eaux de la mer. Il y a de la terre à la lune environ quatre-vingts dix mille

lieues moïennes. Cette hauteur ſeroit ſuffiſante pour que la colonne perpendiculaire entre la terre & la lune ne fût pas beaucoup plus foible que les colonnes latérales. Mais l'élévation des eaux de la mer par le paſſage de la lune ne peut être regardée comme un effet naturel. Si dans le lit d'une riviére, il ſe trouve une iſle, des arches d'un pont, ou d'autres corps ſolides ſemblables qui le rétreſſiſſent, il eſt évident que ſon cours, loin d'en être rallenti, aura beaucoup plus de force dans l'eſpace même où il eſt reſſerré. Ainſi le globe de la lune, tenant la place d'un volume égal de matiére aërienne, & augmentant beaucoup la viteſſe de cette matiére qui s'efforce de paſſer toujours en égale quantité entre les deux globes, les eaux doivent être comprimées & enfoncées au-deſſous de la lune, & non ſoulevées.

Mais ce qui eſt incompréhenſible, dans cette hypothéſe, c'eſt que M. de Gamache faſſe agir, en même tems, ſur les deux hemiſphéres oppoſés, la cauſe qu'il a imaginée; ou plutôt que les mêmes colonnes latérales comprimant ſans cauſe un même cercle autour des eaux de l'Océan qui ſe trouvent dans la direction d'une ligne tirée par les centres de la lune & de la terre, il s'éléve un promon-

toire pareil ſur l'hémiſphére qui eſt à l'oppoſite de la lune. La même impoſſibilité ſe rencontre dans l'hypothéſe Cartéſienne que je vais expliquer.

Des Cartes met le principe de ce grand phénoméne dans la compreſſion de l'air, lorſque pendant la révolution que la terre fait en vingt-quatre heures ſur ſon axe, les eaux de la mer paſſent au-deſſous de la lune. Il conclut de ce que le cours de la matiére aérienne eſt beaucoup plus reſſerré, que les eaux de la mer plus comprimées doivent néceſſairement ſe répandre vers les bords, & que ces mêmes eaux n'étant plus preſſées, lorſque par la continuation du mouvement que la terre achéve en vingt-quatre heures, la mer n'eſt plus en ligne perpendiculaire ſous la lune, elles doivent retourner des bords dans leur lit ordinaire, & qu'alors le reflux ſe fait. La mer monte un peu plus vîte qu'elle ne redeſcend ; parce que la preſſion ordinaire de l'air, qui s'oppoſe à tout mouvement des eaux, retarde un peu davantage leur retour.

Ce qui rend les marées plus fortes dans les nouvelles & pleines lunes, c'eſt qu'alors cet aſtre ſe rencontrant (1) avec le

(1) Æſtûs cauſa in ſole lunâque. *Plin. lib. 2. c. 97.*

ſoleil dans une ligne preſque directe, la preſſion de l'air & par conſéquent des eaux de l'Océan en eſt augmentée. Les retours des grandes & moindres marées doivent donc ſuivre, & ſuivent effectivement les diverſes phaſes de la lune.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1713. p. 278.

Il arrive ſouvent que la lune eſt plus près de la terre dans les quadratures que dans les ſyzygies : & cependant on obſerve toujours dans les quadratures les marées plus petites : ce qui donne lieu de conjecturer que le ſoleil a part à la hauteur des marées. Mais on doit regarder la lune comme la principale cauſe de ce phénoméne, puiſque des obſervations exactes & ſuivies de plus de huit années font voir évidemment des rapports conſtants entre les mouvements de la lune & ceux de la mer, entre la diſtance, la déclinaiſon, les phaſes, les retardements de la lune, & les marées différentes de chaque jour, de chaque mois, de chaque année. Une eſpéce de hazard ne produit point des rapports de cette nature. Or ſelon les obſervations faites par les ſoins de l'Académie, dans les ports de Dunkerque & du Havre de Grace pendant plus d'une année en 1701. & 1702. dans le port de Breſt depuis le 10. Juin 1711. juſqu'au 30. Septembre 1716. & au port de l'Orient depuis le 21. May

17.6.

1716. jusqu'au 30. Juin 1719. Si la lune est, en même tems, dans son périgée, & en conjonction ou en opposition (1) dans l'équinoxe, la marée, qui suit immédiatement, est la plus haute qui soit possible. Si la lune est en même tems dans son apogée, dans les solstices, & dans les quadratures, & la terre dans l'aphélie, la marée est la plus basse qui soit possible. Pourquoi les marées des solstices d'hyver sont-elles plus hautes que celles des solstices d'été ? c'est qu'aux solstices d'hyver, la terre est à son périhélie & à son aphélie dans les solstices d'été.

Je ne pense pas, comme un grand nombre de Physiciens, que la plus grande pression de la matiére éthérée sur les eaux de la mer, à la rencontre du globe lunaire, soit causée, parce que cette matiére circule plus vite que la lune. J'estime, au contraire, qu'un globe entraîné par un fluide, avec lequel il est en équilibre, doit avoir sa révolution également accélérée. Cet excès de viteſſe de la matiére éthérée sur la lune n'est aucunement nécessaire pour augmenter la pression des eaux. Il est certain qu'un fluide,

(1) Solet æstus æquinoctialis, sub ipsum lunæ solisque coïtum, omnibus aliis major undare. *Sen. nat. quæst. lib.* 3. *c.* 28.

qui circule autour d'un globe, tend à se distribuer également sur chaque hémisphére : il faut donc que ce fluide soit plus comprimé à proportion de tout l'espace que la lune occupe, & que sa viteſſe, & la preſſion qu'il cauſe sur les eaux de l'Océan, en soient d'autant augmentées. Il n'y a aucun inconvénient qu'une partie de l'atmosphére terreſtre circule plus vite dans une partie de l'espace. Un cercle solide, & dont toutes les parties seroient adhérentes, ne pourroit circuler plus vite dans une de ses portions que dans les autres ; mais rien n'empêche qu'une cauſe étrangére n'imprime à une partie d'un fluide plus de viteſſe ; de même que les eaux d'un fleuve coulent en certains endroits plus rapidement.

Les grandes marées arrivent d'ordinaire, un jour ou (1) deux environ après les nouvelles & pleines lunes ; les moindres marées, un jour ou deux environ après les quadratures ; & ce qui paroit dans cette explication, d'une juſteſſe extrême, c'eſt que les marées retardent

(1) *Les grandes marées arrivent quelque tems après les nouvelles & pleines lunes, parce que la preſſion de la lune, qui eſt alors plus forte, eſt quelque tems à donner un branle plus fort au volume immenſe des eaux.*

d'un jour à l'autre, d'environ quarante-neuf minutes, comme le retour du même méridien (1) au-dessous de la lune. Car ce retour étant retardé d'environ 49. minutes en 24. heures, par le chemin que la lune fait dans l'écliptique, puisque les marées sont aussi touts les jours plus tardives du même intervalle de tems, c'est une apparence des plus vraisemblables, que les marées dépendent du retour d'un certain méridien au-dessous de la lune. Ce qui est encore très-considérable, & que M. Cassini a remarqué, c'est que la hauteur des marées a toujours rapport au plus ou moins de distance de la lune à la terre. Plus cette distance est grande, plus la marée est petite, tout le reste étant égal. *Hist. de l'Acad. des Scienc. ann. 1710. p. 4.*

On objecte aux Cartésiens que la même partie de l'Océan ne passe qu'une fois chaque jour au-dessous de la lune, & que cependant le flux & le reflux arrivent de douze en douze heures. Ils répondent que la pression de la lune est assez forte, pour faire descendre perpendiculairement de quelque espace le globe de la terre, qui nage dans la matiére fluide

(1) Quandò luna tangit circulum aliquem hemisphærii illius maris, quod est accedens & recedens. *Albert. magn. lib. 1. de propriet. element. Tract. 2. c. 4.*

de ſon atmoſphére, de ſorte que les eaux de la mer, en paſſant dans la partie oppoſée à la preſſion de la lune, y trouvent encore une fois leur paſſage retreſſi; & la même preſſion s'y fait une ſeconde fois en 24. heures.

Mais cette ſolution, dont on s'eſt contenté juſqu'ici, me paroit inſoutenable. Car 1. la preſſion n'a plus d'effet, dès que le corps céde. 2. Ce ſeroit plutôt au globe lunaire, qui eſt plus petit & qui doit être moins fort que le globe terreſtre, à reculer par la force de la compreſſion. 3. Le flux ne peut être attribué qu'à une preſſion ſur un endroit particulier de l'Océan; & c'eſt ce qu'opére le globe de la lune plus petit que celui de la terre, & dont la petiteſſe relative (1) augmente par ſon éloignement; au lieu qu'en admettant le reculement de la terre, il ne peut produire, ſur l'hémiſphére oppoſé, qu'une preſſion générale de la matiére éthérée; & l'égalité de cette preſſion au lieu d'imprimer aucun mouvement aux eaux, devroit les contenir dans une aſſiette calme & immobile. Lorſque mon

(1) *Quoique la grandeur du globe de la lune diminuë par ſa diſtance relativement à la ſuperficie du globe terreſtre, on ne doit pas concevoir cette diminution à beaucoup près comme proportionnée à la petiteſſe apparente de ſon diſque.*

doigt pouſſe une boule, peut-on dire qu'il ſe faſſe une preſſion ſur la partie correſpondante de l'autre côté de cette boule ? Si cette preſſion de mon doigt enfonce la boule dans quelque liquide, l'autre hémiſphére de cette boule ſera-t-il comprimé par ce liquide en quelque endroit particulier ſeulement ? N'eſt-il pas clair, au contraire, que le liquide comprimera également toute la ſurface de l'hémiſphére oppoſé ? Il faut donc avoüer que le ſubterfuge Cartéſien pour rendre raiſon des deux flux qui arrivent en 24. heures, eſt tout-à-fait inſoutenable.

M. Grante attribuë le flux de la mer ſur l'hémiſphére tourné vis-à-vis de la lune, à la preſſion de la colonne éthérée qui eſt fortement pouſſée par cet aſtre contre les eaux : il eſtime, comme les Cartéſiens, que de cette preſſion il s'enſuit un reculement du globe terreſtre ; mais il s'éloigne d'eux en prétendant que le flux des eaux diamétralement oppoſées vient de la tendance qu'elles ont vers le centre des graves. Cette partie de l'hypothéſe eſt fondée ſur une loi de l'hydroſtatique qui ne peut recevoir ſon application au centre de l'atmoſphére, auquel elle n'a aucun rapport, comme nous l'avons déja remarqué : la tendance des eaux n'étant relative qu'au cen-

tre du globe, à l'égard duquel le reculement de la terre n'apporte aucun changement ; & il ne ſurvient aucune cauſe de l'affaiſſement des eaux de l'hémiſphére tourné à l'oppoſite de la lune.

Il ſe trouve, dans le journal des ſçavants, du 9. Juin 1698. une autre objection très-forte, ſçavoir que les marées devroient arriver plus promptement à nos côtes, lorſque la lune eſt dans le tropique de l'écreviſſe, que lorſqu'elle eſt dans le tropique du capricorne, les eaux, qui ſont ſous ce dernier tropique, étant beaucoup plus éloignées ; que cependant nous voïons le flux arriver aux mêmes heures, quel que ſoit le paralléle où la lune ſe trouve.

La réponſe à cette objection eſt dans le journal des ſçavants du 23. Février 1699. Elle contient en ſubſtance, que la lune preſſant les eaux ſur un paralléle de la ſphére, elles ſont comprimées en même tems, & par contrecoup, ſur la partie correſpondante du paralléle oppoſé de l'autre côté du globe ; ce qui fait que, dans un même jour, on devroit avoir les deux flux du premier paralléle & de l'oppoſé ; mais que ces deux flux devant ſe faire en des tems inégaux, à cauſe des diſtances inégales, ce qui apporteroit de l'oppoſition entr'eux & leurs reflux, ils

ſe ſont réünis & accordés à ſe faire en même tems.

Cette réponſe fondée, comme la précédente, ſur le reculement du globe terreſtre, me paroit également inſoutenable, par les raiſons que je viens d'expliquer; mais on peut conſerver le fond du ſyſtême Cartéſien, d'une maniére très-probable en ſuivant les principes que je vais établir.

Chaque flux & reflux de douze heures dépend du retour d'un même méridien au-deſſous de la lune; & l'origine de ce phénoméne eſt auſſi toujours dans le même paralléle. Soit que la lune ſe trouve dans l'équateur, ou dans les tropiques, c'eſt la preſſion cauſée par cet aſtre ſur les milieux de l'Océan, de chaque côté du globe terreſtre, qui cauſe un flux commun aux deux hémiſphéres; & cette preſſion alternative toutes les douzes heures produit le mouvement périodique, qui ſe renouvelle deux fois par jour, dans tout l'Océan. Il ne faut donc ſuppoſer aucun reculement de la terre. Le flux arrive deux fois en 24. heures, ſur les mêmes côtes, parce qu'il part, en tout tems, des deux mêmes endroits, qui ſont les deux milieux de l'Océan, de chaque côté du globe, à peu près dans l'équateur, où l'Océan eſt plus profond.

Le flux eſt le mouvement des eaux vers les pôles : le reflux eſt le retour des eaux vers l'équateur. La mer, après avoir ceſſé de monter, demeure comme en équilibre, pendant environ douze minutes : après avoir ceſſé de deſcendre, elle demeure ſuſpenduë pendant environ douze autres minutes.

Cette explication très-néceſſaire pour ſoutenir le ſyſtême Cartéſien, du flux de la mer, eſt fondée, comme on voit, ſur ces deux propoſitions. 1. De chaque côté du globe, vers l'équateur, & ſous des méridiens à peu près correſpondants, il y a deux milieux de l'Océan, où les eaux ſont plus profondes. 2. La preſſion, cauſée en tout tems par la lune ſur ces deux milieux de l'Océan, lorſque les mêmes méridiens paſſent au-deſſous de la lune, fait que l'origine du flux eſt toujours aux deux mêmes endroits. La preſſion de la lune eſt perpendiculaire, lorſqu'elle eſt dans l'Equateur : elle eſt un peu indirecte, quand la lune ſe trouve dans l'un des tropiques : la diſtance de l'équateur à un tropique étant à la diſtance de la lune, environ comme 1. à 160.

Il y a donc deux cauſes principales de la grandeur inégale des marées, le périgée de la lune ou ſa proximité, qui va-

tie dans tout le cours d'une lunaiſon, & la perpendicularité de ſa preſſion ſur l'endroit de l'Océan où eſt l'origine du flux.

Ces principes répondent, d'une maniére ſatisfaiſante, aux deux objections que j'ai expliquées ci-deſſus. Car outre que je ſerois en droit de ſuppoſer ce que j'avance ici (les effets en phyſique indiquant les cauſes, & les faiſant préſumer) je n'établis rien que de conforme à l'expérience. Il n'y a aucuns amas d'eaux courantes ou dormantes, lacs, riviéres, étangs, gouffres, &c. qui n'aïent plus de profondeur en certains endroits, & leurs bords ſont toujours moins profonds. C'eſt donc une conjecture approchante d'une certitude phyſique, qu'il y a dans certains eſpaces des mers beaucoup plus de profondeur, & qu'elle ſe trouve aux endroits où ces mers ont une plus vaſte étenduë. Or de touts les eſpaces compris entre les deux tropiques, ceux où l'Océan paroit avoir le plus d'étenduë & de profondeur, ſont les mers du Nord traverſées par le colure des équinoxes, & les grandes mers Orientales qui y répondent de l'autre côté du globe; & ce ſont là, en tout tems, les deux endroits fixes d'où le flux part pour ſe répandre vers l'un & l'autre pôle.

Il n'eſt plus beſoin, dans cette hypo-

théſe, d'attribuer un des deux flux au reculement du globe terreſtre qui ne peut en être la cauſe : & il ne reſte aucune difficulté ſur ce que le flux arrive à la même heure, lorſque la lune eſt dans le Cancer, & lorſqu'elle eſt dans le Capricorne ; car la lune comprimant toujours les eaux de l'Océan, dans les deux mêmes endroits de douze en douze heures, les deux flux doivent en général ſe communiquer dans toutes les mers en un pareil intervalle ; quoique la diſpoſition des mers, la ſituation des côtes, & les vents y apportent des exceptions particuliéres très-remarquables.

Il ne faut pas regarder ces méridiens auxquels j'attribuë la ſource du flux & du reflux, comme des cercles qui auroient peu de largeur. La preſſion alternative de la lune ſur une grande étenduë des mers de chaque hémiſphére, cauſe à chaque fois le balancement de toutes les eaux de l'Océan pendant douze heures : & cette preſſion renouvellée deux fois en vingt-quatre heures ſur tout l'Océan, & au bout des vingt-quatre heures ſur le même hémiſphére, imprime à toutes les eaux un balancement continuel & ſemblable, qui étant devenu réglé, acquiert beaucoup (1) de facilité & de force : au

(1) Per vim illam reciprocationis aquarum,

lieu que differents flux, excités les uns après les autres par le paſſage de la lune dans chaque méridien, s'entredétruiroient & ne pourroient s'étendre fort loin.

Mon hypothéſe prévient encore deux objections qui ſont ſans réponſe dans toutes les autres explications de ce phénoméne; la premiére eſt, *que ſi le flux & reflux dépendoient de la preſſion de la lune ſur les divers paralléles qu'elle rencontre dans ſa révolution, il faudroit que ceux qui ſont entre les tropiques, viſſent venir le flux tantôt du côté du Midi & tantôt de celui du Septentrion, comme ils voient varier les ombres, ſuivant que le ſoleil eſt dans les ſignes Méridionaux ou Septentrionaux.* Or une pareille converſion du flux & reflux n'a jamais été remarquée entre les tropiques: d'où il s'enſuit que le flux y arrivant toujours du même côté, il doit être parti, en tout tems, des deux mêmes points fixes. *Journ. des Sçav. du lundi 17. Août 1699.*

La ſeconde difficulté, qui ne peut être levée dans les autres hypothéſes, & qui ne s'applique pas à celle-ci, *c'eſt que le flux devroit ceſſer, lorſque dans le tropique de l'écreviſſe la lune eſt perpendiculai-*

quâ maris æſtus, etiàm ceſſantibus luminarium actionibus, poſſet aliquamdiù perſeverare. *Newt. lib. 3. princip. Math. prop. 24.*

re à cette longue chaine de continents qui s'y rencontre. Lorſque la lune eſt perpendiculaire à des continents, la preſſion de ſon paſſage agit indirectement, comme il a été expliqué, ſur l'endroit de l'Océan qui eſt le principe du flux; & cette preſſion indirecte y cauſe (1) la diminution qu'on y remarque alors: mais elle ne doit pas le faire ceſſer.

Il me reſte à répondre à une objection qui n'attaque pas moins mon hypothéſe que celle de des Cartes. Elle eſt de M. de Voltaire. *Si cette preſſion chimérique avoit lieu*, dit-il, *l'air preſſé ſous les tropiques ne feroit-il pas alors monter le mercure dans le baromètre? Mais au contraire, le mercure eſt toujours un peu plus bas dans la zone torride que vers les pôles.* Ce qui fait monter ou deſcendre le mercure dans le baromètre, c'eſt un air plus ou moins raréfié par la chaleur, plus ou moins chargé des vapeurs & des exhalaiſons qui ſortent de la terre; & c'eſt la raiſon qui fait baiſſer un peu le mercure entre les tropiques. Une plus gran-

Elém. de la philoſ. de Newt. ch. 26.

(1) Pendet etiàm effectus utriuſque luminaris ex ipſius declinatione ſeu diſtantiâ ab æquatore. Luminaria recedendo ab æquatore polum versùs, effectus ſuos gradatim amittent. Pendent etiàm effectus luminarium ex locorum latitudine. *Newt. lib. 3. princip. Math. prop. 24.*

de chaleur y éléve plus haut les exhalaiſons & les vapeurs ; elles ſont répanduës dans de plus grands cercles de l'atmoſphére ; elles abondent beaucoup moins auprès de la ſurface de la terre où le barométre eſt placé : & l'air y aïant moins de reſſort, le mercure y deſcend un peu plus bas que vers les pôles. Cette cauſe phyſique n'a aucun rapport à la preſſion de la matiére éthérée par le paſſage de la lune, qui ne change rien au reſſort de l'air, ni à l'élévation du mercure qui en dépend. La preſſion porte également ſur toutes les parties du mercure ; elle pénétre dans le tuïau fermé ; car cette matiére éthérée eſt principalement compoſée des matiéres globuleuſe & ſubtile qui paſſent au travers des pores du verre, & compriment également tout le mercure, parce qu'elles n'appuient pas moins ſur ſa ſurface intérieure. Mais à l'égard des eaux de la mer, la matiére éthérée dans ſon reſſerrement cauſé par le paſſage de la lune, occupe leur place juſqu'au fond de l'Océan, les ſépare, les rejette de part & d'autre, & par ce balancement réïtéré deux fois en 24. heures, leur imprime une telle réciprocité de mouvements, que ſuivant la remarque de Newton, elle pourroit perſévérer d'elle-même,

quoique ſa cauſe fût ſuſpenduë.

Le P. Rapin, réfl. ſur la phyſiq. §. 10.

Pluſieurs ont rejetté l'opinion de des Cartes, par l'expérience qu'ils alléguent, que les parties de l'eau qui ſe rencontrent ſous la lune, s'élévent en quelques endroits au lieu de s'enfoncer, & qu'on remarque qu'il n'y a point de flux, ou du moins très-peu, ſous la ligne & entre les deux tropiques, où l'impreſſion du globe lunaire ſur les eaux de la mer, devroit être beaucoup plus forte.

Il eſt facile de répondre que les variations du flux & du reflux en certains lieux particuliers, ne ſont d'aucune conſéquence pour le ſyſtême général : ces variations ou ces irrégularités, qui ſont des exceptions du phénoméne, même l'élévation des eaux en quelques endroits, étant les effets ou de la ſituation des lieux, qui donne plus ou moins d'accès aux eaux de la mer & aux vents ; ou des changements qui arrivent dans le fond de la mer ; ou des autres marées extraordinaires qui influent d'un lieu ſur un autre ; & de pluſieurs autres cauſes qui peuvent ſe combiner en mille maniéres. Mon hypothéſe du flux de la mer fournit même une raiſon très-phyſique pour qu'il ſoit moins ſenſible vers l'équateur : car la profondeur des eaux, qui eſt l'origine du flux, le rend en mê-

Carteſ. princip. part. 4. Athan. Kircher. mund. ſubterr. lib. 3. c. 4.

me-tems bien (1) moins remarquable.

Il ne reste plus aucune difficulté à expliquer les quatre principales variations du phénoméne ; 1. Le flux journalier, qui retarde tous les jours de 49. minutes, comme le retour du même méridien au-dessous de la lune; 2. L'augmentation du flux pendant les conjonctions & oppositions de la lune, parce qu'alors ce luminaire se trouvant dans une ligne (2) presque directe avec le soleil, les eaux sont plus comprimées ; 3. Une augmentation du flux, la plus grande de toutes pendant les conjonctions & oppositions des équinoxes, parce qu'alors la lune étant dans l'équateur, la pression est plus perpendiculaire sur l'origine du flux ; 4. La différence des marées plus hautes pendant le solstice d'hyver que celui d'été, parce que la terre étant dans le périhélie, la proximité (3) du soleil cause aussi

(1) Circà littora magis quàm in alto deprehenduntur hi motus. *Plin. lib. 2. c. 97.*

(2) *Les rapports des mouvements de la mer avec ceux de la lune & du soleil, ont été remarqués anciennement par Possidonius, Strab. lib. 3. & par Pline, lib. 2. c. 97. Possidonius croïoit les marées plus hautes dans les solstices que dans les équinoxes : Pline mieux informé en a parlé d'une maniére qui se rapporte aux observations.*

(3) *Il semble d'abord étonnant que la terre soit plus près du soleil en hyver. Mais ce qui cau-*

quelque augmentation dans le flux de la mer : & le concours de toutes ces obſervations donne une apparence de certitude à des opinions, qui par elles-mêmes en ſont ſi peu ſuſceptibles.

Bacon de Vérulam témoigne que les maiſons d'Ecoſſe bâties de pierre, ſuënt réguliérement deux fois par jour, aux heures du flux & du reflux, quelque éloignées qu'elles ſoient de la mer. Ce qui eſt cauſé apparemment, parce que les ſources montant plus haut pendant le flux, l'humidité de ces maiſons augmente.

L'Euripe, dans la mer Egée, a un flux (1) tantôt régulier, tantôt irrégulier. Les

ſe la chaleur de l'été, c'eſt que les raïons du ſoleil, qui viennent, à la vérité, d'une diſtance plus éloignée, ont alors une direction plus perpendiculaire ſur notre paralléle.

(1) *Tout le détroit de l'Euripe a une longueur d'environ vingt-cinq lieuës, entre la Bœotie & l'iſle de Negrepont, autrefois Eubée. Il eſt ſi étroit vers le milieu, qu'à peine une galére peut-elle paſſer ſous un pont qui le couvre, entre la citadelle & le dongeon de Négrepont. Pendant dix-huit ou dix-neuf jours de chaque lune, le flux de l'Euripe eſt réglé : pendant onze autres jours, il eſt déréglé. L'Euripe a, pour ainſi dire, deux accès de déréglement dans chaque révolution de la lune, l'un depuis le premier quartier juſqu'environ au plein ; l'autre pendant le dernier quartier, quand la lune commence à défaillir depuis le 22. juſqu'au 27. Pendant ces déréglements, l'Euripe court tantôt d'un côté, tantôt de l'au-*

courants de la mer, les eaux qui viennent par des canaux ſouterrains s'y dégorger, les vents oppoſés qui ſoufflent des montagnes voiſines, & s'engouffrent entre les rives d'un canal fort étroit, peuvent produire ces bizarreries : & parmi ces cauſes, la plus vraiſembla- *Entr. phyſiq. t. 2. entr. 16.*

tre, comme un torrent qui tombe d'une montagne. Il fait tourner dans un ſens contraire les roues des moulins conſtruits ſur ſes eaux. Alors il a dans l'eſpace de 24. ou 25. heures, non-ſeulement ſept fois ſon flux & autant de reflux, comme Strabon, Sénéque le tragique, Suidas l'ont écrit, mais onze, douze, treize, & même quatorze fois, comme il a été remarqué par Pomponius Mela. Ces obſervations ſur l'Euripe ſont tirées d'une lettre du P. Babin Jéſuite, qui avoit demeuré deux ans ſur ſes bords. Elle eſt rapportée dans les voïages de Spon, t. 2. p. 193.

Euripi in Eubœâ ſeptiès die ac nocte reciprocantis. *Plin. lib. 2. c. 98.*

Euripus undas flectit inſtabiles vagas,
Septemque curſus flectit & totidem refert,
Dùm laſſa Titan mergat Oceano juga. *Sen.*

Haud facilè alia infeſtior claſſi ſtatio eſt. Nam & venti ab utriuſque terræ prælatis montibus ſubiti & procelloſi ſe dejiciunt, & fretum ipſum Euripi, non ſeptiès die, ſicut fama fert, temporibus ſtatis reciprocat : ſed tamen in modum venti, nunc huc nunc illuc verſo mari, velut monte præcipiti devolutus torrens rapitur. Ità nec nocte nec die quies navibus datur. *Tit. Liv. lib. 28.*

Euripon vocant rapidum mare, & alterno curſu ſeptiès die ac ſeptiès nocte fluctibus invicem verſis. *Pomp. Mel. lib. 2.*

ble, & qui ſatisfait le mieux à des irrégularités périodiques, c'eſt l'irruption de quelques amas d'eaux, produit par des ſources intermittentes, & qui de tems en tems ſe déchargent dans l'Euripe par des conduits ſouterrains.

Il n'y a point de flux, ni dans la mer Caſpienne, ni dans la mer Noire, ni dans la Méditerranée, parce que ces mers ne ſe trouvent jamais ſous le paſſage de la lune, & que la premiére n'a aucune communication au moins apparente avec les autres mers; que les eaux de l'Océan ne peuvent entrer qu'obliquement dans la Méditerranée, & par un détroit qui n'a pas aſſez de largeur pour recevoir des eaux capables (1) de faire des marées conſidérables, & qu'à plus forte raiſon le flux ne peut arriver juſqu'à la mer de Marmora, à la mer Noire, & aux marais Méotides, qui ne communiquent avec l'Océan que par la Méditerranée. Il n'y a non plus ni flux, ni reflux dans la mer Baltique, ſoit parce que les

(1) *Le golfe de Veniſe, qui a beaucoup plus de longueur que de largeur, reçoit ſeulement quelque impreſſion du flux & reflux de l'Océan. Les lacs, qui ſont ſous la Zone torride, ne peuvent avoir de flux & de reflux à cauſe de leur peu d'étenduë, & parce que la preſſion de la lune s'y faiſant également par-tout n'imprime aux eaux aucun mouvement.*

eaux de l'Océan n'y entrent que par un détroit, ſoit à cauſe de ſon grand éloignement de l'équateur & des paralléles voiſins où eſt l'origine du flux. Les côtes qui ſont les plus proches de ces paralléles, ont plutôt les marées ; elles arrivent, par exemple, plutôt à Breſt qu'à S. Malo, plutôt à S. Malo qu'au Havre de Grace, qu'à Dunkerque, &c. Elles n'avancent guéres au-delà de 65. degrés vers les pôles. *Entret. phyſiq. t. 2. entr. 11.*

C'eſt parce que le canal de la Manche va toujours en ſe reſſerrant depuis Breſt juſqu'à S. Malo, que le flux qui vient de l'Océan s'éléve dans les plus hautes marées juſqu'à 70. ou 80. piés à la côte de S. Malo.

Les variations les plus extraordinaires ont été obſervées, touchant le flux & le reflux en beaucoup d'endroits de l'Océan. Vers S. Malo & Avranches, la hauteur du flux monte quelquefois à 90. piés : la mer ſe retire dans le reflux à plus de neuf milles. Au golfe de Cambaye, dans le roïaume de Guzarate, qui fait partie des Etats du grand Mogol, le flux avance juſqu'à trente lieuës, & ſa rapidité y eſt ſi grande, qu'un cavalier courant à toute bride ne peut égaler la vîteſſe des flots. La riviére des Amazones, aux Indes Occidentales, ſent le flux & la *M. de la Martin. dictionn. art. Cambaye.*

ſalure, en remontant juſqu'à cent lieuës.

Riccol. lib. 9. Almag. ſect. 4. & lib. 10. Hydrograph. ſect. 1.

Sous le tropique du Cancer, il n'y a preſque point de flux; & un peu au-delà à la côte de Guinée, il eſt ſi violent que trois anchres peuvent à peine aſſurer les navires. A l'embouchure du fleuve Indus, le flux monte plus haut dans les nouvelles lunes que dans le plein: au contraire, au port de Calicut, qui n'en eſt pas fort éloigné, & qui eſt ſitué ſur la côte de Malabar, le flux s'éléve davantage dans les pleines lunes que dans les nouvelles. Dans quelque mers des Indes, le flux arrive réglément deux fois pendant le jour, ſans qu'il y en ait aucun pendant la nuit; au contraire, dans la mer Perſique, le flux ne monte que pendant la nuit.

Sur quelques rivages d'Afrique le flux dure cinq heures, & le reflux ſept. Sur ceux du Canada, la mer augmente pendant 4. heures & 45. minutes, & ſe retire pendant 7. heures & 15. minutes. Sur les côtes de Gaſcogne, le flux monte pendant ſept heures & décroît pendant cinq. Au Sénégal, le flux dure quatre heures, & le reflux huit. Au port de Macao à la Chine, le flux monte pendant neuf heures, & baiſſe pendant trois ſeulement, & même moins, lorſque les vents d'Eſt y ſoufflent.

Kirch. lib. 3. mund. ſubterr. ſect. 2. c. 6. & 8.

La mer du Sud a un flux & un reflux très-violents ; dans la mer du Nord, ils ſont à peines ſenſibles.

Les Jéſuites Miſſionnaires ont remarqué que ſur la côte de Siam à Bancok, fortereſſe ſituée à l'embouchure de la riviére de Menan, la marée des nouvelles & pleines lunes monte durant douze heures, & deſcend pendant autant de tems ; & que la même choſe preſque arrive à Siam éloigné de Bancok de trente lieuës. *Supplem. des Mémoir. de l'Acad. des Scienc. t. 10. p. 135.*

A la Martinique, quinze jours avant & après les deux équinoxes, la mer ne hauſſe que pendant ſix heures ſur les vingt-quatre, & elle baiſſe pendant dix-huit. *Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1724.*

Albert le Grand a écrit qu'il y a (1) des flux qui durent 15. jours, depuis les nouvelles lunes juſqu'au plein, & des reflux depuis les pleines lunes juſqu'au déclin, n'y aïant qu'un flux & un reflux dans tout le mois. Le P. Riccioli attribuë le même phénoméne à la mer de la Chine, & à quelques endroits près de Cuba & de S. Domingue. *Ricciol. lib. 9. Almag. p. 378.*

Sur les côtes de Bretagne, les marées d'été ont été trouvées plus petites le ma-

(1) Inventum eſſe mare, quod ab initio lunæ uſque ad pleniluniuum accedit, & à pleniluunio uſque ad perfectum recedit, faciens in uno menſe unum tantùm acceſſum & unum receſſum. *Albert. Magn. tract. 2. de propriet. clemen t*

Mémoir. de l'Acad. des scienc. ann. 1713. p. 282.

tin que le soir, vers les nouvelles & pleines lunes ; & les marées d'hyver plus petites le soir que le matin. Il est fort vraisemblable que ces différences étoient causées par les vents qui régnoient dans le tems qu'on a fait ces observations : ou peut-être ces marées inégales sont causées par le soleil.

Ricciol. lib. 10. hydrograph. sect. 1, c. 2.

Il y a auprès des Maldives, un espace d'environ sept lieuës de mer, où l'eau semble bouillir, comme si elle étoit sur le feu.

Scalig. exercitat. 52.

Dans la mer Rouge, le flux & le reflux sont très-remarquables ; mais ils ne font qu'élever & baisser les eaux, sans laisser jamais aucun terrein découvert ni entiérement vuide d'eau.

Tant de variations & d'irrégularités portent à croire qu'il n'est guéres moins difficile de connoître exactement les phénoménes particuliers, que de s'arrêter à un système général.

Il se peut bien que toutes ces inégalités ne soient pas préciſément telles que les auteurs les ont décrites : les uns s'étant peut-être rapportés à des relations infidéles, les autres n'aïant pris ni les soins, ni les tems néceſſaires pour faire des observations justes.

D'ailleurs les causes particuliéres doivent introduire de très-grandes inégali-

tés dans le phénoméne général. Ici un lit des eaux long & étroit augmente le flux ; là un eſpace long & ſpacieux le diminuë, & le réduit preſque à rien. Sur certains rivages, l'impulſion de quelques fleuves rapides cauſe un dérangement au flux & au reflux. Les promontoires, les golfes, les îles, & en général, les ſituations des côtes y doivent apporter de grands changements. Des fonds de la mer eſcarpés donnent peu d'accès au flux, d'autres fonds par leur pente en augmentent la vîteſſe. Les marées extraordinaires influënt d'un lieu ſur un autre. Les détours & les ſinuoſités, que les eaux trouvent en chemin, cauſent beaucoup de variations. Les courants, qui ſe rencontrent fréquemment dans les mers, ſont des obſtacles au flux & au reflux. Les vents réglés ou irréguliers, qui ſoufflent au-deſſus ou au dedans des mers, contribuent beaucoup à déranger un cours général & uniforme du phénoméne ; & la différente profondeur des mers rend le flux preſqu'imperceptible où les eaux ſont profondes, en même-tems qu'à quelque diſtance de là, elle en augmente beaucoup la hauteur & la vîteſſe dans une baſſe mer.

En admettant donc comme véritables touts les faits rapportés ci-deſſus, j'eſti-

me que les exceptions particuliéres ne doivent pas faire abandonner les vûës générales ſur ce grand phénoméne, de même que nous ſommes convaincus que la circulation du ſang eſt réguliére, quoiqu'il ſurvienne quelquefois en elle ou des agitations convulſives, qui ne ſuivent aucune régle, ou des dérangements périodiques, comme dans les accès & redoublements de fiévres réglées.

Outre le flux & le reflux, on trouve dans quelques mers, des courants qui rendent la navigation plus difficile d'un côté que d'un autre. Les uns en ont rapporté la cauſe à de vaſtes cavernes, par où de grandes quantités d'eau s'échapent dans les entrailles de la terre pour être diſtribuées dans d'autres mers ou prendre différents cours; d'autres l'ont attribuée à l'évaporation des eaux entre les deux tropiques; d'autres aux pluies abondantes qui tombent en certaines contrées; à la pente du lit de la mer; à la diſpoſition des côtes; ou aux embouchures (1) des grands fleuves; d'autres à

(1) *Le paſſage à travers les Dardanelles & le Boſphore de Thrace eſt difficile pour les vaiſſeaux qui viennent de l'Occident, à cauſe d'un courant occaſionné par les eaux de pluſieurs grands fleuves, le Danube, le Boryſthéne, le Tanaïs, qui paſſent par ces détroits.*

des

des vents qui ſoufflent réguliérement & du même côté, au-deſſus & au-deſſous des eaux.

La queſtion du flux & du reflux a exercé les Philoſophes de tours les ſiécles, & elle eſt des plus importantes, puiſqu'elle embraſſe toute la coſmographie céleſte & terreſtre. D'ailleurs on a regardé, de tout tems, les mouvements périodiques des mers, leur calme, ou leurs agitations impétueuſes, comme les phénoménes les plus propres à imprimer une forte idée de la majeſté du Seigneur, qui ſe rend à lui-même ce témoignage : *J'ai reſſerré* (1) *la mer dans les bornes que je lui ai marquées ; j'y ai mis des portes & des barriéres. Je lui ai dit : Vous viendrez juſqu'ici, & vous ne paſſerez pas plus loin, & vous briſerez ici l'orgueil de vos flots.*

La queſtion de la peſanteur, quoiqu'elle me ſemble beaucoup moins difficile en elle-même que celle du flux & reflux de la mer, n'a pas été juſqu'ici moins impénétrable pour les Phyſiciens. Ce qui a rendu cette queſtion ſi difficile, c'eſt d'avoir prétendu déduire la peſanteur d'un principe qui lui eſt entiére- De la peſanteur.

(1) Circumdedi illud terminis meis, & poſui vectem & oſtia : & dixi, huc uſque venies, & hìc confringes tumentes fluctus tuos. *Job. c.* 38. *v.* 10. *&* 11.

ment oppoſé, & d'avoir, comme d'un commun accord, cherché la cauſe de ce phénoméne général dans le mouvement circulaire & dans une force centrifuge, au lieu de la rapporter à une force centripéte & au mouvement direct.

Les Péripatéticiens attribuoient la péſanteur à une qualité occulte, fort ſemblable à l'attraction Newtonienne; les Epicuriens à un accrochement d'atomes magnétiques qui tiroient le corps en bas; & ils diſoient qu'une pierre tomboit plus peſamment qu'une plume, parce que la pierre donnoit plus de priſe aux hameçons magnétiques émanés de la terre. Mais il faudroit un bras qui tirât les atomes accrochés du côté du centre. C'étoit une abſurdité générale du ſyſtême Epicurien, de faire agir les atomes ſans cauſe.

Galil. dialog. 1. Galilée faiſoit conſiſter la peſanteur dans un principe intrinſéque, qui cauſoit en même tems l'accélération de leur chute; en ſorte que l'inégalité des viteſſes ne dépendoit que de la réſiſtance des milieux, & que dans un milieu entiérement vuide & non réſiſtant, touts les corps tomberoient également vîte. Lucréce avoit avancé (1) la même Opinion. Mais

(1) Omnia quapropter debent per inane quietum

outre la réſiſtance des milieux, les corps, par plus ou moins de poroſité, par une matiére propre plus ou moins abondante, ſont plus ſuſceptibles de l'impulſion qui les fait tomber.

Gaſſendi attribuoit la peſanteur à l'action du tourbillon magnétique, qui tournoïant ſans ceſſe autour de la terre, envelopoit les corps groſſiers par une quantité plus ou moins grande d'atomes crochus, & les forçoit en les entrainant de s'approcher du centre. Il fondoit cette opinion ſur une expérience ſenſible, qui conſiſte à mettre un morceau de fer ſur la main, & un aiman au-deſſous. On éprouve alors que le fer eſt plus peſant. Mais c'eſt parce que le fer & l'aiman ſont pouſſés l'un contre l'autre de la maniére que nous avons expliquée en traitant des corpuſcules magnétiques, & non parce qu'ils s'accrochent. Comme les corps peſants tombent ſur la terre, des lieux les plus élevés, il faudroit que le tourbillon magnétique s'étendît auſſi loin que l'atmoſphére. De plus, s'il s'éléve de la terre un tourbillon magnétique juſqu'aux corps graves ſuſpendus en l'air, un accrochement ſuppoſé les entraineroit du côté où tend le tourbillon magnétique; il de-

Æquè ponderibus non æquis concita ferri.
Lucret. lib. 2.

vroit donc faire monter les corps graves, au lieu de les contraindre de descendre. Leur chute au moins, si elle étoit causée par le tourbillon magnétique, devroit être horizontale dans le sens des méridiens, & suivre le cours de ce tourbillon. Cette cause n'a rien de plus solide que le tourbillon magnétique lui-même étendu d'un pôle à l'autre.

Entret. physiq. t. 1. entret. 17. Le P. Regnault donne pour cause de la pesanteur, l'impulsion des corps graves par les forces combinées de deux tourbillons de matiére subtile, dont l'un tourne autour de l'axe de la terre, l'autre d'un pôle à l'autre. Mais suivant cette hypothése les corps massifs, au lieu de tomber, décriroient une ligne droite, horizontale, & tirée du milieu de l'angle que fait la section du méridien & du paralléle.

Eſſ. de physiq. ch. 7. §. 236. Selon M. Van Musschenbrok, la pesanteur est un principe interne. *Si la pesanteur*, dit-il, *étoit une puissance qui comprimât extérieurement, elle devroit agir autrement sur un corps qui est en repos, que sur celui qui se ment avec rapidité.* C'est aussi ce qui arrive, & ce qui cause en partie l'accélération des vitesses.

M. de Maupertuis ne détermine pas quelle est la cause de la pesanteur, *qui n'est peut-être pas*, dit-il, *connoissable pour*

nous ; il la conçoit comme une force inhérente aux corps, qui les anime, pour ainſi dire, & qui les ſollicite à tomber perpendiculairement à la ſurface de la terre. *Il faut bien diſtinguer*, ajoute-t-il, *la peſanteur d'un corps d'avec ſon poids. La peſanteur eſt cette force conçuë comme diſtincte du corps, qui anime toutes ſes parties, & ſollicite chacune à tomber : d'où il arrive que ſi l'on met à part la réſiſtence que l'air apporte au mouvement des corps qui tombent, le grand corps tombe auſſi vîte & ne tombe pas plus vîte que ne feroient les moindres parties qui le compoſent, ſi elles étoient détachées de lui, & tomboient ſeules de la même hauteur. La peſanteur dans un grand corps n'eſt pas plus grande que dans un petit. Il n'en eſt pas ainſi du poids : il dépend non ſeulement de la peſanteur, mais encore de la maſſe des corps. Le poids d'un corps eſt d'autant plus grand que ce corps eſt plus grand : il eſt le produit de la peſanteur par la maſſe. Mais la peſanteur eſt-elle la même par toute la terre ? Fera-t-elle par tout tomber les corps de la même hauteur dans le même tems ? On voit avec la moindre attention, que le moïen de s'en aſſûrer, n'eſt pas d'en vouloir juger par le poids d'un même corps peſé dans differents païs. Si la peſanteur eſt plus grande ou plus petite dans le païs où on le tranſporte, elle*

La fig. de la terr. déterm.

affectera les autres corps, contre lesquels on peseroit celui-là, comme celui-là même : & un corps qui peſoit une livre à Paris, paroîtra partout peſer une livre. Mais un pendule, qui oſcille librement, ſoit attaché à un fil, ſoit à une verge inflexible, oſcille avec une certaine vîteſſe qui dépend de la longueur du pendule & de la force de la peſanteur. Car les différences, qui ſe peuvent trouver dans les denſités & les élaſticités de l'air, n'apportent pas ici d'effet ſenſible, ſurtout ſi les températures de l'air ſont les mêmes dans les pays où l'on fait ces expériences. Si la peſanteur eſt plus grande, les oſcillations ſeront plus promtes ; ſi la peſanteur eſt moindre, elles deviennent plus lentes. Dès que la peſanteur fut trouvée plus petite à Cayenne qu'à Paris, on trouva une cauſe fort vraiſemblable de ce phénoméne. Tout corps qui circule, fait un effort continuel pour s'écarter du centre de ſon mouvement. Cet effort vient de la force qu'a la matiére pour perſévérer dans l'état où elle ſe trouve une fois de repos ou de mouvement ; & un corps qui décrit un cercle, décrit à chaque inſtant une petite ligne droite qui fait partie de ſa circonférence. Ce corps à chaque inſtant fait donc effort pour continuer à ſe mouvoir dans la direction de cette petite ligne : & c'eſt de cet effort que nait la force centrifuge. Si la terre tourne autour

de ſon axe, chacune de ces parties fait donc effort pour s'écarter du centre de ſon mouvement; & cet effort eſt d'autant plus grand, que le cercle qu'elle décrit eſt plus grand, que cette partie eſt plus proche de l'équateur. Or cet effort tendant à éloigner les corps de la terre eſt oppoſé à la peſanteur qui tend à les en approcher. Il diminuë donc une partie de la peſanteur, & une partie d'autant plus grande, que les lieux ſont plus près de l'équateur. Si donc la peſanteur primitive, que j'appellerai gravité, pour la diſtinguer de la peſanteur diminuée par la force centrifuge, ſi, dis-je, la gravité étoit d'abord la même partout, la peſanteur actuelle du corps ſe trouvera plus petite vers l'équateur, & ira en augmentant vers les pôles, où enfin elle ne reçoit plus de diminution de la force centrifuge; parce que les pôles ne participent point au mouvement de la terre autour de ſon axe.

Les difficultés ne ſont pas applanies par la diſtinction de la peſanteur primitive & de la peſanteur actuelle, ou de la gravité & du poids des corps, quoique M. de Maupertuis, ſuppoſant que Dieu ait voulu établir dans la matiére quelques loix d'attraction, ait calculé leſquelles de ces loix méritoient la préférence. L'explication qui vient d'être rapportée de la force centrifuge, eſt aujourd'hui le lan-

Mém. de l'Acad. des Scienc. ann. 1732. p. 347.

gage commun des Philoſophes : mais il eſt trop ſubtil pour avoir beaucoup de ſolidité. Il eſt certain que le corps mu circulairement fait effort pour s'échaper par la tangente, mais il ne décrit aucune ligne droite. S'il traçoit quelque commencement d'un mouvement direct, il ne retourneroit plus au circulaire : ſi on perſiſte à donner le nom très-impropre de lignes droites aux petites portions d'une courbe circulaire, il faut avouër que ces lignes droites ſont trop courtes pour opérer un effet qui ſoit réellement répulſif. Cette force centrifuge eſt nulle dans la matiére qui compoſe le globe de la terre, dont les parties ſont trop fortement liées les unes aux autres pour éloigner du centre les corps qui l'environnent, & leur communiquer un mouvement qu'elles ne peuvent avoir elles-mêmes. Quant à ſon atmoſphére, elle ne pouſſe les corps qu'elle rencontre, ni vers le haut ni vers le bas ; mais elle leur communique un mouvement circulaire ſi conforme à celui de la terre, qu'il en devient inſenſible : de même que lorſqu'un vaiſſeau avance à pleines voiles, un corps jetté du mât eſt entrainé par l'atmoſphére du vaiſſeau, & décrit une courbe imperceptible, quoiqu'en tombant au pié de ce mât, il paroiſſe décrire, dans ſa

chute, une ligne auſſi droite que le mât lui-même.

Je ne nie pas cependant que la gravité ou le poids abſolu des corps ne reçoive quelque augmentation ou diminution en différents lieux de la terre : mais la véritable cauſe eſt celle qui a été rejettée par M. de Maupertuis ; c'eſt la différence des denſités & des élaſticités de l'air, qui produit ces augmentations ou diminutions. L'expérience le décide : car puiſqu'en Danemarc, le pendule qui bat les ſecondes n'a pas été trouvé plus long que dans les provinces les plus méridionales de la France, c'eſt une preuve que ce ſont les qualités accidentelles d'une partie de l'atmoſphére, comme une plus grande abondance d'exhalaiſons & de vapeurs élevées dans les airs, & non pas *un plus grand effort d'un parallèle plus proche de l'équateur*, qui cauſe une diminution de la peſanteur. La force centrifuge ne me paroît donc ici d'aucune conſidération, ni pour éloigner le corps maſſif du centre, ni à plus forte raiſon pour l'y repouſſer, ſuivant l'hypothéſe Cartéſienne.

Des Cartes a expliqué la peſanteur par l'impulſion du fluide aërien, qui tournant plus vîte que la terre, repouſſe les corps maſſifs vers le centre, parce qu'ils ont moins de force pour s'éloigner

du centre, que ce fluide. Cette explication de la peſanteur par la force centrifuge, a fait naitre des difficultés qui avoient fort ébranlé le ſyſtême Cartéſien: elle a été attaquée par cette objection très-forte, que les cercles décrits par l'atmoſphére de la terre diminuant toujours depuis l'équateur juſqu'aux pôles, la force centrifuge rapportée au mouvement circulaire du tourbillon auroit des centres différents dans les cercles inégaux, & que les corps y ſeroient repouſſés, non pas perpendiculairement au centre de la terre, mais à des parties de ſon axe plus ou moins éloignées du centre : ce qui eſt contraire à l'expérience, la chute des corps ſe faiſant toujours dans la ligne du Zénith, à moins qu'il ne ſurvienne quelque cauſe étrangére. Des Cartes a répondu à cette objection que quoique le fluide, qui participe aux mouvements journalier & annuel de la terre, ait en général un mouvement circulaire, on doit néanmoins concevoir que toutes les parties de ce fluide ſe balancent & ſont oppoſées l'une à l'autre, en telle ſorte que leur action s'étend vers touts les côtés, & que la réſiſtence qu'elle éprouve de la part du globe, donne parmi ces mouvements en touts ſens une principale direction aux parties du fluide, ſuivant des li-

Des Cart. princip. part. 4.

gnes droites tirées du centre. Cette ſolution de des Cartes n'a ſon principe ni dans la Phyſique, ni dans la Géométrie: il ne dit point de quelle maniére cette réſiſtence de la part du globe peut faire tomber les corps maſſifs perpendiculairement au centre. La chute des corps ne peut procéder de ce que l'atmoſphére terreſtre circule plus vîte que le globe.

Huguens a cru que cette atmoſphére alloit dix-ſept fois (1) plus vîte que la terre: & il détruit bien davantage tout méchaniſme, lorſqu'il ſuppoſe que les cercles de la matiére éthérée, au lieu d'être paralléles à l'équateur, avoient le centre de la terre pour centre commun, qu'ils circuloient en tout ſens, & s'entrecoupoient comme des méridiens. Il prétendoit, par cette hypothéſe, rendre

Mém. de l'Acad. des Scienc. ann. 1709. p. 134. & 136. & ann. 1718. p. 192.

(1) *Un mobile entraîné par le courant d'un fluide, doit à la longue aller à peu près auſſi vîte que le courant qui l'entraîne. Il y a plus: ce n'eſt pas l'atmoſphére terreſtre qui entraîne le globe; c'eſt, au contraire, le globe qui entraîne & forme ſon atmoſphére, dont les couches voiſines du globe doivent avoir une vîteſſe égale à celle du globe, & les couches éloignées circulent plus ou moins vîte à proportion de leur diſtance. Le mouvement de la terre autour de ſon axe ſeroit incompatible avec l'expérience générale des mouvements, ſans une correſpondance exacte de viteſſe entre les couches voiſines de l'atmoſphére & le globe.*

raiſon de la peſanteur qu'il faiſoit conſiſter dans la force centrifuge de la matiére éthérée. Mais comment admettre une pareille circulation de ce fluide, & ſurtout d'un fluide, qui eſt une atmoſphére entrainée par un globe qui tourne ? Outre que cette idée eſt contraire à toute notion naturelle, les mobiles, dans cette hypothéſe, ſeroient rejettés en haut, ils ſeroient élevés par la loi du mouvement circulaire, au lieu de retomber ſur la ſuperficie de la terre.

16. *Eclairciſſ. ſur la recher. de la vér.*

Le P. Mallebranche, qui regarde toutes les parties de la matiére comme tourbillonantes, croit *que la peſanteur vient de la force centrifuge des petits tourbillons, qui comme autant de petits reſſorts bandés par la compreſſion qu'ils ſouffrent à cauſe de l'immobilité du centre, prennent le deſſus des corps groſſiers dénués en partie de ces reſſorts.* Je ne répéterai point ce que j'ai obſervé cy-deſſus concernant l'impoſſibilité de ces petits tourbillons. Il me ſuffit d'emprunter du P. Mallebranche lui-même trois raiſons, qui démontrent cette même impoſſibilité par rapport à la peſanteur. La 1. *que les petits tourbillons ſont plus au large dans les couches ſupérieures :* la 2. *que la viteſſe & la force centrifuge y diminuë en raiſon inverſe des quarrés des diſtances :* la 3. *que les petits tour-*

billons ſoufrent du côté du centre de la terre une beaucoup plus grande réaction que de tout autre côté. En admettant ces trois principes, que je ſuppoſe, avec le P. Mallebranche, pour un moment, il eſt démontré que les corps graves doivent être ſoulevés & pouſſés avec beaucoup de force vers les couches ſupérieures, en s'éloignant du centre de la terre. Joignons aux trois principes une quatriéme objection, qui renverſe pareillement le ſyſtême Cartéſien de la peſanteur, c'eſt que par la qualité inhérente à touts les mouvements circulaires, les corps les plus maſſifs s'éloignent avec le plus de force du centre. C'eſt un fait d'expérience.

M. de Moliéres après avoir diviſé tout le fluide qui environne le globe terreſtre en petits tourbillons, prétend, comme le P. Mallebranche, *que s'il ſe trouve en l'air un corps dur ou moins fluide qu'un pareil volume du reſte du tourbillon, il eſt évident que ce corps en aura d'autant moins de matiére muë en tourbillon, & par conſéquent d'autant moins de force centrifuge: que les autres parties qui auront plus de cette force, le repouſſeront donc vers le centre commun du mouvement; & que ce ſera là ſa peſanteur.* *Leçons phyſiq. Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1736.*

M. de Moliéres a ajouté à l'hypothéſe

Lettr. de M. de Molier. Mémoir. de Trév. Juin 1738. part. 1.

du P. Mallebranche, *la combinaiſon d'une première force centrale, par laquelle les molécules du grand tourbillon tendent à s'éloigner du centre vers les points correſpondants de la ſuperficie, avec une ſeconde force des petits tourbillons à l'égard de leurs centres particuliers : cette ſeconde force centrale centrifuge croît & décroît*, dit-il, *comme la première, en raiſon inverſe du quarré de la diſtance. Il n'y a qu'elle qui ſoit réellement la cauſe immédiate de la peſanteur.* Nous avons expliqué, à l'occaſion de la lumiére, en quoi conſiſtent ces deux forces. La plûpart des objections, qui ont été oppoſées au ſyſtême du P. Mallebranche, s'appliquent également à celui-ci. Il ne paroît pas que les globules durs, environnés de toute part de la matiére fluide de leur tourbillon, puſſent être d'aucun uſage ni pour l'élaſticité ou la peſanteur de l'air, ni pour la chute des corps maſſifs : ces globules durs ne peuvent que diminuer la force des tourbillons où ils ſont contenus, les mettre hors d'état de réſiſter aux efforts de l'éther, & cauſer une deſtruction plus promte de leurs tourbillons, & par conſéquent de tout le ſyſtême : car ſi un ſeul petit tourbillon s'aggrandit, qu'eſt-ce qui ſera capable d'arrêter ſes ravages ? Touts les petits tourbillons redeviendront un ſeul grand

tourbillon, traverſé néceſſairement par des files droites de matiéres globuleuſe & ſubtile, comme dans l'état préſent de la nature. Si dans le tourbillon *compoſé*, les corps maſſifs ne montent pas, par l'impulſion des couches inférieures, ils doivent au moins ſe trouver un équilibre, par cette égale correſpondance des mouvements néceſſaires à la conſervation des petits tourbillons: & les corps maſſifs ſeront toujours emportés à la circonférence par leur propre force, par la loi du mouvement circulaire qui les éloigne du centre. L'hypothéſe de M. de Moliéres ne peut donc pas davantage ſe concilier avec la peſanteur qu'avec la propagation de la lumiére.

Les Phyſiciens ſe ſont tellement attachés à la force centrifuge, pour expliquer la peſanteur qu'il eſt ordinaire de poſer pour principe dans cette queſtion, *que la matiére éthérée ne peut pouſſer quoi que ce ſoit vers le centre de la terre, qu'en s'efforçant elle-même de s'éloigner de ce centre.* C'eſt là préciſément la contrepartie de la cauſe de la peſanteur, qui dépend entiérement d'une force centripéte, ſans qu'aucune eſpéce de force centrifuge y contribuë en rien. La voie que les Phyſiciens ont priſe, ne pouvoit donc pas les conduire à la découverte de la cauſe qu'ils cherchoient.

Lettr. à M. de Moliér. Mém. iv. de Trév. Janv. 1739.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. depuis 1666. t. 2. p. 77.

Varignon ſeul a expliqué la vraie cauſe de la péſanteur. *Imaginons*, a-t-il dit, *un moreeau de bois de figure cubique, tel qu'un dez à joüer d'un poulce de longueur ſur chacun de ſes côtés; qu'il ſoit environné d'un air partout uniforme, & dont les parties ſoient dans un mouvement égal en tout ſens & vers touts les côtés poſſibles. Que le cube ſoit à un poulce près de la terre, & qu'on imagine pour un moment & pour faire entendre ſeulement la penſée ſur laquelle eſt fondé ce ſyſtême, à une fort grande diſtance de la terre, par exemple a dix lieuës, une voute ſolide & impénétrable. Alors il eſt évident que les parties d'air qui environnent ce corps, étant en mouvement en tout ſens, le corps ſera frappé inceſſamment par chacune de ſes ſix faces. Mais il y en a quatre qui ſont également frappées & par d'égales quantités de matiére. Ce corps ne doit pas être plus pouſſé du côté d'Orient que du côté d'Occident, pas plus du côté du Nord que du côté du Midi; mais il n'en eſt pas de même des deux derniéres faces, dont l'une regarde la terre, & l'autre eſt tournée vers le ciel. Il n'y a qu'un poulce de diſtance, & par conſéquent un poulce d'air entre ce corps & la ſurface de la terre. La face de ce corps qui regarde la terre, ne peut donc recevoir d'impulſion que de la quantité d'air qui remplit ce poulce de*

diſtance. Mais la face oppoſée à celle-ci & qui regarde le ciel, eſt preſſée & reçoit l'impulſion de tout l'air qui eſt entre le corps & la voute ſphérique que nous avons ſuppoſée. Si cette voute eſt à dix lieuës de la terre, il y a dix lieuës moins deux poulces d'air qui agiſſent ſur ce corps : il doit donc être beaucoup plus preſſé par ce côté là, que par l'autre qui regarde la terre. Il doit donc être porté vers la terre, ou comme on dit communément, tomber. Suivons la même hypothéſe : ſi notre cube, au lieu d'être à un poulce de la terre, étoit à un poulce de la voute, il ne laiſſeroit pas de tomber perpendiculairement ſur la terre.

Il ſeroit inutile de faire intervenir les colonnes latérales ; ſolution ordinaire des Phyſiciens. Elles ſont bien plus longues depuis la terre juſqu'au cube, que depuis le cube juſqu'à la voute ; puiſque le cube eſt ſuppoſé n'en être éloigné que d'un poulce : par conſéquent, leur effet ſeroit plutôt de le porter à la voute, que de le faire tomber ſur la terre. Mais quoique le corps maſſif ſoit ſuppoſé à un poulce de diſtance de la voute, on doit toujours conſidérer, par rapport à la plus forte impulſion du cube, le cours général de la matiére ſubtile, à l'égard duquel, la ligne tirée perpendiculairement du cube à la ſurface de la terre eſt incomparablement la plus courte.

L'interpoſition d'une voute, quelque ſolide qu'elle puiſſe être, n'interrompt en aucune maniére le cours, ni par conſéquent l'impulſion de la matiére ſubtile, qui traverſe librement les corps les plus maſſifs. L'or même, qui a ſes interſtices beaucoup plus ſerrés qu'aucun marbre, ni qu'aucun ciment, comme il eſt démontré par ſon poids & par ſon *inaltérabilité*, eſt percé d'une quantité immenſe de pores, que les molécules de l'eau, fort groſſiéres en comparaiſon de la matiére ſubtile, peuvent traverſer d'une maniére ſenſible. Le cube ſuppoſé à un poulce d'une voute fort élevée, ne doit donc pas moins être conſidéré, comme abandonné à l'impulſion générale de la matiére éthérée, de même que s'il n'y avoit aucune voute au-deſſus de lui.

Mais ſuppoſons, au lieu d'une voute, un platfond de marbre & un mobile de marbre auſſi. Les deux ſuperficies étant plates & polies, ſi elles ſont, non à un poulce de diſtance, mais appliquées (1) l'une contre l'autre, la peſanteur, dira-

(1) *Un corps léger, appliqué immédiatement au fond d'un fluide, ne remonte pas à la ſuperficie : mais pour peu que le fluide puiſſe s'inſinuer entre ce corps & le fond, le corps léger eſt renvoïé à la ſuperficie avec beaucoup de viteſſe. C'eſt ici le cas d'emploïer l'impulſion des colonnes latérales, parce que ces colonnes, différentes en ce-*

t-on, ne les ſépare pas : donc la matiére ſubtile, en ſuppoſant qu'elle traverſe les deux marbres, a moins de force pour les ſéparer, que l'air n'en a pour les tenir collés l'un à l'autre ; donc la matiére ſubtile, à un poulce de diſtance de la voute, ne doit pas avoir autant de force pour précipiter le corps maſſif vers la ſurface de la terre, qu'une colonne d'air fort haute en a pour le ſoutenir.

La réponſe eſt que deux marbres joints l'un à l'autre ſont contenus fortement par la preſſion du pleïn : & la matiére ſubtile qui les traverſe librement, n'agit pas contre cette preſſion : les molécules maſſives de ces deux marbres, appliquées les unes contre les autres, ne reçoivent preſque aucune impulſion de la matiére ſubtile, de même que les parties d'un même corps. Mais pour peu que l'air s'inſinuë entre ces deux marbres, la

la des colonnes de la matiére éthérée, ſont déterminées par la preſſion de l'élément qui agit ſur la ſurface du fluide, à s'approcher du fond le plus qu'elles peuvent, & à repouſſer par conſéquent tout ce qui reçoit de cet élément une moindre impreſſion qu'elles. Mais ſi le mobile eſt appliqué au fond, il en fait partie en quelque maniére ; & la colonne du fluide perpendiculaire agit conjointement avec l'élément ſupérieur pour l'y attacher, ſans que les colonnes latérales, qui ne peuvent s'y inſinuer, ſoient d'aucun effet pour le faire monter.

preſſion du plein, le reſſort de l'air balancé par un reſſort intérieur ne les ſoutient plus, & leur matiére propre reſte expoſée aux coups de la matiére ſubtile.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1736.

Si l'on objectoit contre cette ſolution, que ce n'eſt pas l'air groſſier qui tient deux ſurfaces polies comprimées l'une contre l'autre, puiſqu'après avoir pompé l'air dans la machine pneumatique, elles ſont encore adhérentes : la réponſe à cette inſtance ſeroit qu'il eſt impoſſible de pomper l'air au point de rendre la *tenuité* de la matiére éthérée égale à celle de la matiére ſubtile ; que quoique l'air groſſier ait été pompé, la matiére éthérée au-dedans de la machine pneumatique conſerve encore aſſez de *denſité* pour comprimer deux marbres appliqués l'un contre l'autre : que s'il étoit poſſible de convertir en matiére ſubtile toute la matiére éthérée qui environne les marbres, leur adhéſion ne conſerveroit aucune force ; & la moindre impulſion de la matiére ſubtile ſuffiroit pour les ſéparer, & pour les précipiter ſuivant la ligne la plus courte, s'ils n'étoient ſoutenus d'ailleurs : quoique dans cette ſuppoſition, les particules des corps durs, du diamant par exemple, demeuraſſent encore unies ; parce qu'outre la preſſion du plein, la dureté conſiſte dans la figure & l'accro-

chement des molécules intérieures.

Varignon n'a pas aſſez diſtingué le mouvement direct de la matiére ſubtile. Il ſemble lui attribuer un mouvement circulaire. *Si la matiére ſubtile ne tournoit*, dit-il, *que dans le ſens du mouvement journalier de l'équateur, elle ne pouſſeroit les corps que vers le centre du cercle parallèle à l'Equateur, dans lequel ils ſe trouveroient, & les chutes ſeroient perpendiculaires à l'axe de la terre, & non pas à l'horizon.* La matiére ſubtile ne circule, qu'autant qu'elle eſt engagée dans les interſtices du globe ou de ſon atmoſphére; mais ſon mouvement propre eſt entiérement direct. Ce premier élément par ſon extrême rapidité a beaucoup plus de force que les deux autres, pour conſerver ſon mouvement en ligne directe; & au milieu du fluide circulaire, la matiére ſubtile, qui n'eſt point engagée dans les pores du troiſiéme élément, ni des corps viſibles, conſerve toujours un mouvement droit, autant que les parties ſolides du troiſiéme élément peuvent le permettre; car l'impénétrabilité de la matiére eſt de touts les ſyſtêmes. On pourroit objecter que ſuivant la loi du mouvement circulaire, les corps maſſifs doivent monter. Mais il eſt facile d'appercevoir que cette force centrifuge n'agit

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. depuis 1666. t. 2. p. 75.

preſque pas ſur le corps maſſif en comparaiſon de l'impulſion directe de la matiére ſubtile, qui le précipite perpendiculairement. Le ſeul effet de la révolution de l'atmoſphére eſt d'entrainer aſſez le corps maſſif, pour que ſa chute ſoit d'autant plus perpendiculaire, en le faiſant avancer par un petit arc de l'orbe diurne de la terre, autant que pendant ſa chute, la terre elle même avance dans ſa révolution autour de ſon axe.

La rapidité de la matiére ſubtile oblige les corps maſſifs, qu'elle rencontre, de ſe précipiter par le côté le plus foible, qui eſt toujours dans la ligne tirée du zénith au centre de la terre : car une ligne menée perpendiculairement du centre du corps maſſif à la ſurface du globe eſt la plus courte de toutes celles qui aboutiſſent à cette ſurface, ſoit à cauſe de ſa perpendicularité, ſoit à cauſe de la convexité du globe ; & ce côté eſt le plus foible, parce qu'il en arrive une moindre quantité de matiére éthérée que de touts les autres eſpaces. C'eſt ainſi que tout l'effort de la poudre à canon ſe fait par le côté le plus foible.

Les corps ſont moins peſants lorſqu'étant fort percés, fort ouverts, ils donnent paſſage à une grande quantité de matiére éthérée qui les traverſe aiſément.

Par le même principe, un corps maſſif eſt d'autant plus ſuſceptible de la force étrangére & accidenteſle qui lui eſt communiquée par l'impulſion, & qui cauſe ſa chute, qu'il a plus de matiére propre, que ſes molécules ſont plus affaiſſées les unes ſur les autres, que ſes interſtices ſont plus ſerrés. C'eſt ce qui cauſe la différente peſanteur d'un lingot d'or & d'une éponge. Plus la ligne tirée du centre du corps ſolide à la ſurface de la terre eſt courte, plus la peſanteur augmente; en effet nous voïons qu'un oiſeau, qui plane aiſément au haut des airs, fait beaucoup d'effotrs pour voler près de rerre. Le centre n'eſt point, par lui-même, une cauſe phyſique (1) d'aucune ſorte de mouvement; & il eſt étonnant qu'on ait pu renouveller avec ſuccès des opinions décriées depuis longtems, d'attractions, & de force centrale. La matiére ſubtile n'a pas plus de tendance à s'approcher qu'à s'éloigner de la circonférence ou du centre, & ſon mouvement ſe détermine du côté qui lui réſiſte le moins.

Aucun corps n'a donc une peſanteur qui lui ſoit propre. Elle n'eſt autre choſe qu'un mouvement communiqué par l'im-

(1) *Cette gravitation centrale, ſans aucune cauſe méchanique, eſt ce que Lucréce appelle*, medii cuppedine. *Lucret. lib.* 3.

pulſion des autres corps qui ſont en mouvement.

Cette hypothéſe de la peſanteur eſt très-phyſique, & elle n'eſt ſujéte à aucune des objections qui ont ſi fort ébranlé les fondements du ſyſtême Cartéſien, qu'il a paſſé même pour entiérement détruit dans l'opinion de pluſieurs Phyſiciens modernes. Quelques-uns n'eſpérant plus de trouver une cauſe naturelle de la gravité, ont pris le parti de l'attribuer au concours direct & immédiat de l'auteur de la nature ; d'autres ſont retournés aux qualités ocultes des anciens ; cette tendance au centre a même été appellée *le myſtére du créateur dans les choſes naturelles* ; Robertval diſoit que pour connoître la peſanteur, *il faudroit quelque ſens particulier & ſpécifique dont nous manquons.* D'autres enfin ont ſuivi le ſentiment d'une attraction centrale, qui n'explique rien, & qui ne peut être conciliée avec les faits aſtronomiques.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. depuis 1666. t. 1. p. 94.

Il me reſte à examiner trois difficultés. 1. M. de Moliéres a ſoutenu *que quoiqu'un corps en mouvement tende continuellement à ſe mouvoir en ligne droite, il eſt néanmoins impoſſible que dans le plein, toutes les parties de la matiére qui eſt impénétrable, aïent pu continuer longtems à ſe mouvoir*

Leçon phyſiq. leç. 3. prop. 1.

voir les unes de droite à gauche, les autres de gauche à droit, celles-ci de haut en bas, celles-là de bas en haut, & dans touts les ſens contraires imaginables, ni ſelon des lignes droites, ni ſelon des lignes courbes, qui ſe croiſent ou qui ne rentrent pas en elles-mêmes, ſans ſe rencontrer, ſe détourner de leurs routes, ſe choquer en ſens contraires, perdre de leurs mouvements ſelon les loix des méchaniques, que des Cartes n'avoit pas bien déterminées, & demeurer à la fin ſans action. Il n'eſt donc pas poſſible d'admettre dans le ſyſtême du plein un mouvement auſſi confus, ſans concevoir en même tems qu'il ne peut être que de peu de durée & inutile par conſéquent à la génération conſtante & perpétuelle des effets de la nature.

La réponſe eſt qu'il ne ſe trouve aucune ſorte d'embarras à ce que des lignes ſe croiſent en touts ſens, & paſſent au-deſſus, au-deſſous, & à côté les unes des autres. Si l'on conſidére que les trois éléments ſont réciproquement converſibles, qu'ils ſont entremêlés dans touts les eſpaces, que la matiére ſubtile ſe porte de touts les côtés où elle peut s'inſinuer, cette direction de mouvements, qui ſe traverſent de toute part, ne préſentera rien de difficile à concevoir, rien qui puiſſe rallentir les mouvements preſcrits

par les loix générales que le créateur a établies. Mais il ſeroit entiérement contraire à ces mêmes loix, que les mouvements rapides de la matiére ſubtile euſſent été aſſujétis au mouvement circulaire, que toute la matiére tourbillonnât dans le plein, que les petits tourbillons d'une matiére molle puſſent faire effort les uns contre les autres ſans ſe détruire, enfin qu'il ſubſiſtât dans l'univers un arrangement qui ne peut être concilié avec l'explication d'aucun phénoméne.

2. On objectera peut-être que ſi l'impulſion de la matiére ſubtile étoit la cauſe de la peſanteur, les corps maſſifs devroient tomber avec toute la rapidité du mouvement de cette matiére. Mais cette conſéquence n'eſt pas juſte : car outre la réſiſtence que chaque corps apporte au mouvement qui lui eſt communiqué, la direction des mouvements contraires prête beaucoup de ſoutien aux corps maſſifs contre les coups de la matiére éthérée.

3. *Dans un long récipient dont l'air a été pompé, on voit*, dit Newton, *l'or & une plume tomber également vite, & arriver au fond du récipient en même tems. Si tout étoit plein, cette prétenduë matiére ſubtile rempliroit exactement tout le récipient : elle y ſeroit en auſſi grande quantité*

Newt. princip. Math. in fin. lib. 3.

que de l'eau ou du mercure qu'on y auroit mis : elle s'oppoſeroit au moins à cette deſcente ſi rapide des corps. Elle réſiſteroit à ce large morceau de papier, & laiſſeroit tomber la bale d'or ou de plomb beaucoup plus vite.

Il eſt vrai que le récipient, d'où l'air le plus groſſier a été pompé, eſt exactement rempli par la matiére ſubtile. La matiére globuleuſe le traverſe librement auſſi, comme il eſt démontré par la tranſparence du récipient & par les couleurs qu'on diſtingue au travers & au-delà, comme avant le premier coup de piſton.

Mais ces matiéres n'y reſtent pas immobiles ; elles y paſſent avec la rapidité qui leur eſt ordinaire, & elles entrainent, chemin faiſant, les corps qu'elles rencontrent. J'ai vû que dans un tube d'environ cinq piés de longueur, un petit morceau de papier déplié, large à peu près comme un dez, a tombé preſqu'auſſi vite qu'un grain de plomb. C'eſt que ce qui auroit cauſé une extrême différence à leurs chutes dans un air groſſier, ſçavoir les parties branchuës & cannelées de l'air, avoit été pompé, & le papier déplié n'étoit guéres plus ſoutenu que la bale de plomb. Il y avoit cependant encore une difference très-remarquable dans la viteſſe des deux chutes,

le grain de plomb arrivant plutôt que le papier à l'extrémité inférieure du tube, ſoit parce qu'il reſte toujours quelques parties d'air groſſier, ſoit parce que le grain de plomb, par ſes inteſtices plus ſerrés, eſt plus ſuſceptible de l'impulſion de la matiére ſubtile. Cette expérience confirme donc l'hypothéſe que je viens d'expliquer, tant ſur ce qui cauſe la peſanteur, que ſur ce qui eſt capable de la diminuer ou de la ſuſpendre.

De la gravitation Newtoniénne.

Les Newtoniens prétendent que les corps peſants ont, à une égale diſtance de la terre, une égale force accélérative; que touts parcourent en tombant de leur point de repos un même eſpace pendant le même tems, ſçavoir quinze piés en une ſeconde. Ils emploient pour ſecond principe la prétenduë démonſtration de Galilée, que l'accélération de la chute des corps, à chaque portion de tems égal, ſuit la progreſſion des nombres impairs, 1, 3, 5, 7, 9, &c. Ils font l'application de ces deux principes à la lune, en cette maniére. Lorſqu'un corps eſt contraint de céder à deux forces, l'une perpendiculaire, l'autre horizontale, qui agiſſent également, il décrit la diagonale d'un quarré; ou dans l'inégalité des forces, la diagonale, d'un parallélogramme. (Cette propoſition eſt vraiment géo-

PL. 2. FIG. 6.

métrique.) En conséquence, ils décomposent le mouvement de la lune ; & ils trouvent, par la supposition de leurs deux principes combinés avec le mouvement de cet astre, que si la force, qui agit sur lui horizontalement, venoit à cesser, & qu'il restât exposé à la seule impression de la force qui agit sur lui perpendiculairement, il tomberoit de quinze piés en une minute. Ils concluënt donc du mouvement & de la distance de la lune, que la gravitation, qu'ils font consister dans une force attractive, agit selon une proportion constante dans la région de cet astre, & sur la surface de la terre. Ils étendent à touts les corps célestes, par analogie, la même conclusion, & c'est sur ce fondement qu'ils établissent leur attraction générale, d'où partent touts les calculs de ce système. Mais c'est le cas, ce me semble, de se servir de la méthode des anciens de la réduction à l'absurde.

Considérons avec quelques réflexions le fondement de cet édifice physico-mathématique, qui a fait l'étonnement du monde sçavant, & qui excite encore l'admiration de touts les Newtoniens. Voici cet édifice avec toutes ses proportions. *La pesanteur ou l'attraction agit en raison inverse des quarrés des distances.*

L'épreuve en eſt établie ſur le mouvement de la lune : car cet aſtre obéit (1) *à deux forces ; l'une de projectile ou horizontale, & l'autre attractive ou perpendiculaire. Cette double loi lui fait décrire un parallélogramme, dont le côté qui répond à la force perpendiculaire eſt de quinze piés parcourus en une minute. D'un autre côté, un corps maſſif auprès de la ſurface de la terre, avance par la force de la peſanteur de quinze piés en une ſeconde ; & conformément à la démonſtration de Galilée, l'accélération de cette viteſſe eſt portée en une minute juſqu'à cinquante quatre mille piés. Or la lune, parcourant ſeulement quinze piés en une minute, fait trois mille ſix cents fois moins de chemin que le corps maſſif voiſin de la terre : & comme*

PL. 2. FIG. 7.

(1) *On a fait honneur à Galilée d'avoir calculé & démontré le progrès d'un mouvement compoſé de l'horizontal & de l'hyperbolique, & d'avoir par là réglé cette préciſion & cette juſteſſe qu'a maintenant l'art de jetter les bombes. Galil. dimoſtraz. mathem. dial. 4. Mais les ſpéculations géométriques ont bien peu contribué à la perfection des arts : celui-ci en particulier doit ſes progrès à l'expérience des écholes d'artillerie, & à une connoiſſance exacte de l'effet du calibre des mortiers, de leur inclinaiſon, du poids de la bombe, de la force de la poudre, de la réſiſtence de l'air : voilà ce qui fait la préciſion du jet des bombes, & non pas des ſpéculations & des calculs.*

3600. eſt le quarré de 60. & que 60. (c'eſt-à dire, 60. demis-diamètres de la terre) meſurent la diſtance de la lune, il s'enſuit que l'attraction agit ſur la lune en raiſon inverſe du quarré de ſa diſtance, ou que la force de l'attraction diminuë à ſon égard de tout le quarré de ſa diſtance. La lune arrivant par ſa chute à la ſurface de la terre, avanceroit dans la derniére minute de 54000 piés, de même que les corps peſants, près de la ſurface de la terre, parcourent en tombant 15. piés dans la premiére ſeconde, & 54000. piés dans toute la minute. Le quarré de 60. multiplié par 15. produit 54000. C'eſt donc une même gravitation qui agit auprès de la terre, & dans la région de la lune. Or le pouvoir de cette gravitation, établi ſur le mouvement de la lune, doit également agir (1) ſur le ſoleil, & touts les corps céleſtes. Une gravitation, qui agit en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, eſt donc le reſſort général qui régle l'harmonie des mouvements

(1) Oritur itaque hæc vis à causâ aliquâ, quæ penetrat ad uſque centra ſolis & planetarum ſine virtutis diminutione; quæque agit non pro quantitate ſuperficierum particularum in quas agit (ut ſolent cauſæ mechanicæ) ſed pro quantitate materiæ ſolidæ, & cujus actio in immenſas diſtantias undique extenditur, decreſcendo ſemper in duplicatâ ratione diſtantiarum. *Newt. princip. Math. in fin. lib.* 3.

& qui anime toute la nature.

Quel amas d'abſurdités géométriques & phyſiques ! Commençons par les géométriques. 1. Rien n'eſt plus éloigné d'un rapport géométrique, qu'une force double par laquelle Newton ſuppoſe que la lune eſt entraînée, & une force ſimplement perpendiculaire qui précipite les corps auprès de la terre : d'autant plus que les meſures de toutes ces forces ſont inconnuës, que la proportion du mouvement horizontal de la lune & de ſon mouvement perpendiculaire, n'eſt appuïée que ſur des hypothéſes incertaines, ou plutôt non admiſſibles (1) en phyſique ; & qu'à l'égard de l'évaluation de 15. piés en une ſeconde pour la chute des corps auprès de la terre, elle ne peut s'accorder avec les notions les plus communes. Car un boulet de canon, qui n'eſt pas le plus peſant de touts les corps, parcourra en tombant, même dans le commencement de ſa chute, même dans l'atmoſphére épaiſſe qui environne la terre, plus de 60. piés, au lieu de 15. en une ſeconde.

2. Si l'attraction agit en raiſon inverſe

(1) *Au lieu d'un mouvement compoſé d'une force horizontale & d'une force perpendiculaire, la révolution de la lune eſt cauſée par l'impulſion de l'atmoſphére terreſtre qui l'entraine.*

des quarrés de diſtance, pour peu que la lune céde à l'impreſſion de la force perpendiculaire, comme il lui arrive dans le périgée, ſa révolution elliptique autour de la terre ſera changée auſſi-tôt en des ſpirales, qui l'approchant de plus en plus de ſon centre de gravité, ſe convertiront peu de tems après en lignes paraboliques, & à la fin en lignes droites qui la précipiteront ſur la terre.

3. Cette accélération de viteſſes eſt évidemment fauſſe, par les principes mêmes de la géométrie : car il faudroit que le mobile, dont la viteſſe ſeroit accélérée, à la ſoixantiéme ſeconde depuis quinze piés juſqu'à cinquante-quatre mille, eût continué un progrès proportionné pendant les ſoixante tierces précédentes, & encore pendant les ſoixante quartes antérieures, qui ſont des portions de tems bien connuës & très-remarquables, & même au-delà : or il eſt inconcevable & impoſſible naturellement que le progrès du mobile ait été partagé en toutes ces portions de tems, ſuivant la même loi de l'accélération des viteſſes.

4. Puiſqu'il eſt démontré que le tems eſt compoſé d'inſtants indiviſibles, ſi l'on compare l'accélération de la chute d'un corps pendant deux inſtants, il eſt impoſſible qu'elle ſoit plus promte dans

l'un que dans l'autre. Car puiſque chacun de ces inſtants eſt une portion de tems qui ne peut être plus petite, un mobile ne peut parcourir plus d'eſpace pendant l'un que pendant l'autre. Autrement il faudroit avoüer que l'inſtant pendant lequel un plus grand eſpace ſeroit parcouru, auroit une plus grande meſure que l'autre inſtant qui lui eſt égal, ce qui eſt abſurde. Il eſt donc démontré que dans chaque inſtant proprement dit, la vîteſſe d'un mobile quelconque qui lui répond, eſt toûjours égale; & que la différence des viteſſes ne peut conſiſter que dans le mélange de plus ou moins d'inſtants de repos, ou que dans un mouvement plus ou moins interrompu. Ainſi un duvet tombe moins vîte qu'une enclume, parce que l'enclume n'eſt pas ſenſiblement arrêtée par la réſiſtence du milieu, tandis que le duvet eſt ſuſpendu & preſque flottant dans les particules rameuſes de l'air.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1707. p. 12.

5. Varignon a démontré l'incompatibilité géométrique de la révolution de la terre autour de ſon axe, avec l'opinion de Galilée ſur la chute des corps. Galilée regarde la peſanteur, comme une force conſtante, mais fort inégale dans ſes progrès, qui ſont toûjours réglés uniformément, de maniére que les hauteurs par-

courues, à compter du commencement des chutes, ſont entr'elles comme les quarrés des tems emploïés à les parcourir. Dans l'hypothéſe de la révolution diurne de la terre autour de ſon axe, cette révolution eſt uniforme & égale. Indépendamment de la démonſtration de Varignon, il ne faut qu'un coup d'œil géométrique pour ſaiſir cette incompatibilité.

6. Des vérités géométriques ne peuvent ſe déduire de meſures arbitraires, & qui n'ont pas une application relative aux objets des démonſtrations. Ces expériences ſi vantées qui ont été faites du haut du dôme de S. Paul de Londres, paroiſſent avoir eu pour objet de chercher des nombres, qui par leurs combinaiſons puſſent faire naître des calculs impoſants. Car aucun Newtonien, je penſe, ne ſoutiendra qu'un corps tombant de ſon point d'appui, parcoure réellement dans ſa chute quinze piés en une ſeconde. Ces viteſſes de la chute des corps ſont très-inégales. D'un autre côté, l'évaluation de la diſtance de la lune à 60. demis-diamétres de la terre préſente un autre calcul ajuſté arbitrairement aux vûës d'un ſyſtême. Newton a réellement calculé la gravitation de la lune, comme ſi elle n'étoit qu'à neuf-cents piés de la terre; dif-

férence énorme de ſoixante demis diamétres de la terre qu'il reconnoit pour ſa diſtance. Les vrais quarrés de diſtance ne pouvoient ſe trouver que dans la meſure qui avoit ſervi pour exprimer la grandeur de l'eſpace parcouru par le mobile. Newton, dans ſon calcul, eſt donc bien loin de cette accélération des viteſſes ſuivant les quarrés des tems, qu'il regarde comme Géométrique, & que Galilée (1) a prétendu établir. En effet peut-il venir dans la penſée, je ne dis pas d'un géométre, mais de tout homme qui conçoit ce que c'eſt que la meſure de quinze piés, & la meſure d'un demi-diamétre de la terre, de comparer l'une avec l'autre,

(1) Accelerationem motûs recti gravium fieri ſecundùm numeros impares ab unitate, hoc eſt, ſignatis quibuſcunque & quantiſcunque placuerit temporibus æqualibus, ſi in primo tempore, mobile quietem relinquens tranſierit tale ſpatium, exempli causâ, unius ulnæ, in ſecundo tempore tranſibit tres ulnas, in tertio quinque, in quarto ſeptem, & ità conſequenter, ſecundùm numeros impares ſuccedentes. Quod in univerſum idem eſt ac ſi dicamus quòd ſpatia tranſmiſſa à mobili quietem relinquente habeant inter ſe ſe proportionem duplicatam illius quam habent tempora, quibus iſta ſpatia tranſmiſſa ſint inter ſe ſicuti quadrata temporum. *Galil. de ſyſtem. mund. p.* 217. *Galilée remet à un autre tems la démonſtration de cette propoſition, qu'il dit avoir été trouvée & démontrée depuis peu.*

comme des meſures qui puiſſent être relatives ? Si l'on dit que les petites hauteurs, où nous pouvons faire nos expériences, peuvent être priſes pour un demi-diamétre de la terre, c'eſt ſe mocquer du calcul & des calculateurs, que de donner une diſtance de dix-huit millions ſept cents cinquante mille piés (longueur du demi-diamétre de la terre) comme une meſure correſpondante à 15. piés ſur-tout dans un auſſi petit nombre que celui de 60. demis-diamétres.

N'exigeons pas une préciſion géométrique ; quoique le moindre défaut de cette préciſion devienne ici important par le peu de diſtance de la lune en comparaiſon des autres aſtres. Evaluons ſa diſtance en meſures qui ſe rapportent, non à une hauteur de quinze piés au-deſſus de la ſurface de la terre, mais à la plus grande hauteur d'où Newton eſt ſuppoſé avoir fait ſes expériences. Combien trouverons-nous de fois d'ici à la lune, la meſure de la hauteur du dôme de S. Paul de Londres ? Peut-on penſer que dans un calcul géométrique, le demi-diamétre du globe de la terre ſoit l'équivalent de cette hauteur ?

Comptons la diſtance de la lune en diamétres de la terre, meſure plus naturelle que des raïons ; d'autant plus que ſuf-

vant les principes de la philoſophie Newtonienne, toute la matiére du globe au-delà comme en deçà du centre eſt pourvue de vertu attractive; ſuivant ces meſures, tout le calcul de Newton eſt détruit, tout le ſyſtême eſt renverſé. Son unique fondement eſt la combinaiſon ſubtile du nombre de 60. demis-diamétres, meſure arbitraire de la diſtance de la lune avec le nombre de 60. ſecondes contenuës dans une minute, & avec le nombre de 15. piés ſuppoſés parcourus en une ſeconde par la chute des corps. Cette rencontre affectée du nombre de ſoixante de part & d'autre, & du produit du quarré de 60. multiplié par 15. a ébloüi touts les Phyſiciens, les Géométres, & les Calculateurs: en ſorte que je n'ai pû remarquer ſans ſurpriſe que les branches d'un calcul ſyſtématique, qui a été reçu comme un prodige, fuſſent ſi mal aſſorties. On peut juger, par cet eſſai ſur la lune, combien touts les autres calculs de Newton, beaucoup plus étendus, mais qui n'ont que ce fondement unique, s'éloignent de ſes propres principes.

Venons aux abſurdités phyſiques; nous ne les compterons pas; car il n'y a preſque point de raiſonnement ni d'expérience, qui ne ſappe les fondements du ſyſtême Newtonien. On ne peut pas ſou-

tenir que ni l'un ni l'autre des deux principes, c'eſt-à-dire, ni la chute des corps, en tombant de leur point de repos, déterminée à quinze piés dans la premiére ſeconde, ni l'accélération des viteſſes en raiſon inverſe des quatrés de diſtance aïent aucune application au plein : tout y dépend des qualités accidentelles & variables des milieux que les mobiles traverſent, & qui apportent plus ou moins d'obſtacle à leur chute. Un corps péſe bien moins dans un air chargé d'exhalaiſons & de vapeurs que dans un air plus ſubtil, moins dans l'eau que dans aucune ſorte d'air, moins dans le vif-argent que dans l'eau. Il faut donc reſtreindre les deux principes au vuide, c'eſt-à-dire, à un milieu impoſſible phyſiquement. Mais paſſons pour un moment aux Newtoniens que le vuide ſe rencontre dans le monde matériel, qu'y gagneront-ils ? Comment ont-ils appris que dans le vuide touts les corps tombent de quinze piés dans la premiére ſeconde ? Ils alléguent les expériencesde la machine pneumatique;elles leur ſont entiérement contraires. J'ai vû une différence très-remarquable de la chute d'un papier & d'une bale de plomb dans un tube de 4. à 5. piés dont l'air avoit été pompé. Si l'eſpace parcouru par ces deux corps avoit été

beaucoup plus long, la différence eût été beaucoup plus remarquable. Comment ſçavent-ils ſi la viteſſe eſt proportionnée dans le vuide aux quarrés des diſtances ? Nous ne pouvons pas connoître les effets du vuide abſolu, qui ne peut exiſter phyſiquement dans le monde matériel : & aucune machine pneumatique ne peut être aſſez étendue pour nous faire connoître les changements, qu'une grande raréfaction de la matiére éthérée peut cauſer dans l'accélération des viteſſes. On peut juger, par ces obſervations, quel eſt ce principe ſur lequel tourne, comme ſur un pivot unique, toute la philoſophie Newtonienne, *que les corps s'attirent en raiſon directe de leurs maſſes, & en raiſon inverſe des quarrés de leurs diſtances.*

Il y a plus : les Newtoniens font agir cette attraction au travers du vuide. *L'attraction agit ici ſans voile*, dit M. de Fontenelle, *car dès qu'un corps agit par ſa maſſe ſur un autre corps éloigné, on ne peut plus diſſimuler que ce ne ſoit l'attraction proprement dite. Auſſi M. de Maupertuis ne le diſſimule-t-il pas. En faiſant le paralléle de l'impulſion & de l'attraction, il ne convient pas des avantages de l'une ſur l'autre : il donne de même un paralléle des ſentiments de des Cartes & de M. Newton; & tout l'avantage eſt pour le philoſophe.*

Hiſt. de l'Acad. des ſciene. ann. 1732.

Anglois. Il eſt établi parmi les principes fondamentaux de la ſecte Newtonienne, que l'attraction agit au-delà des eſpaces vuides, quelqu'immenſes que ſoient ces eſpaces, comme ceux des cieux entiérement vuides; mais s'il y a quelque principe aſſuré dans la Phyſique, c'eſt qu'un corps ne peut agir ſur un autre corps, que par le contact immédiat, ou par l'interpoſition d'un ou de pluſieurs corps. Toute communication eſt néceſſairement coupée entre deux corps qu'on ſuppoſe ſéparés par le vuide. Comment des philoſophes, qui aſſurent gravement qu'ils ne font point d'hypothéſes, & qui ſe piquent de n'avancer rien qui ne ſoit démontré en toute rigueur géométrique, avancent-ils que l'attraction agit dans le vuide; en ſorte que le vuide refléchit la lumiére, régle les mouvements des aſtres, anime toute la nature, & que cette philoſophie ne lui donne guéres moins d'emploi, que la Cartéſienne à ſes élémens?

On dit que c'eſt par les expériences fameuſes, que Newton a faites ſur le dôme de S. Paul de Londres, qu'il eſt conſtaté que les corps en tombant parcourent quinze piés en une ſeconde. Or l'atmoſphére, qui environne la terre, étant fort épaiſſe, au lieu que la région de la

lune eſt vuide, ſuivant Newton, & la différence cauſée par l'épaiſſeur du fluide étant telle, encore ſuivant Newton, que ſans la réſiſtance de l'air groſſier une plume ſe précipite avec autant de viteſſe qu'un lingot d'or, il eſt contradictoire, en conſéquence de ces principes, qu'une même attraction agiſſe, d'une maniére ſemblable & en proportion de la diſtance, ſur la lune dans un ciel entiérement vuide, & ſur les autres corps dans l'atmoſphére épaiſſe qui environne la terre. La ruine de ce principe ſeul entraîne celles de la Géométrie, de la Phyſique, & de l'aſtronomie de Newton.

Les expériences d'une matiére fort raréfiée, que les Newtoniens prennent pour le vuide, ſont contraires à leurs aſſertions. La peſanteur des corps, dans la machine pneumatique, n'a pas les mêmes différences, que dans un air groſſier; mais elle y conſerve encore des différences très-remarquables; & ſi elles ſont ſenſibles dans un tube de quatre ou cinq piés de longueur, combien ſeroient-elles éloignées dans de grands eſpaces? L'expérience eſt donc d'accord avec la géométrie & avec le raiſonnement pour renverſer le ſyſtême Newtonien. Tous ſes fondements ſont également défectueux.

Examinons, un inſtant, quelle peut

être la ſolidité du monde Newtonien. Il est certain que les maſſes des planétes ne changent point, & que leurs diſtances varient, d'où il réſulte par une conſéquence invincible que les Planétes dans leurs périhélies, bien plus puiſſamment attirées par le ſoleil, devroient tomber ſur ce centre; comme Ariſtote diſoit, que s'il y avoit une autre terre, elle tomberoit ſur celle-ci. Car le moindre dérangement dans l'équilibre entraine tout-à-fait un corps, parce que l'excès qui a précédé, augmente continuellement l'excès qui ſuit. Tout Aſtronome, & Newton lui-même, conviennent des (1) apſides des planétes. L'équilibre doit alors être rompu par leur éloignement ou leur proximité. Elles doivent s'attirer quelquefois beaucoup plus fortement. La lune, par exemple, dans la conjonction, devroit abandonner la terre & aller ſe joindre au ſoleil, ſurtout la terre étant dans le périhélie; il arriveroit encore que les deux attractions du ſoleil & de la terre ſur la lune, agiſſant du même côté dans l'oppoſition de la lune, au lieu que dans la conjonction ces deux forces ſe combattent, la lune dans l'oppoſition tomberoit ſur la terre. Il eſt impoſſible que deux attrac-

Du monde Newtonien.

(1) *Apſide vient du mot Grec* ἁψὶς, *qui ſignifie un cintre, l'arc d'une voute.*

tions ſi inégales, & dans des ſituations de la lune ſi contraires, produiſent le même effet de la retenir dans ſon orbite. Comment Mars qui a une ſi grande excentricité, pourroit-il ſe ſoutenir dans le périhélie ; comment pourroit-il remonter à ſa diſtance moïenne, & même à l'aphélie ? Il faut auſſi dans les apſides & ſyzygies des autres planétes, non-ſeulement ſuppoſer une qualité occulte, telle que l'attraction, mais il faut la ſuppoſer (1) variable, & de maniére qu'elle ſe proportionne toûjours au beſoin qu'on a d'elle.

Lorſqu'une planéte dans le périhélie, s'eſt approchée du centre, l'attraction centrale étant augmentée, il eſt impoſſible, en ſuivant les loix du ſyſtême Newtonien, que cette planéte retourne à ſa diſtance moyenne, & à plus forte raiſon à l'aphélie. On prétend que quand Jupiter & Saturne ſont dans leur plus grande proximité, qui eſt de cent ſoixante-cinq millions de lieuës, ſuivant les derniers Aſtronomes, leurs mouvements ne ſont plus de la même régularité, ce que les Newtoniens attribuent à une attraction plus forte. Puiſque le cours de

(1) Perſeverabunt quidem in orbibus ſuis, per leges gravitatis. *Newt. Princip. Math. Schol. gener. in fin. lib.* 3.

Saturne est dérangé, il faut donc que l'attraction centrale, qui devroit agir plus puissamment sur Saturne à une moindre distance, vienne à se relâcher, sans cause, pour rendre à Saturne sa régularité. Le système est autant dénué de causes physiques, qu'il est abondant en calculs.

Dans les grandes conjonctions des planétes, plusieurs forces centrales réünies dans une ligne perpendiculaire, devroient agir beaucoup plus puissamment. Jupiter est plus massif que Saturne, car Jupiter a plus de densité, suivant Newton; il est aussi plus gros, suivant les Astronomes; Saturne est donc fortement attiré par Jupiter, & quand ils se trouvent en conjonction, la force passagére de Jupiter jointe à la gravitation continuelle du soleil, & attirant Saturne du même côté, doit l'obliger de sortir de son orbite; & comme nous l'avons observé, le système ne fournit aucun moïen de l'y faire rentrer. Au contraire, l'attraction augmentant toûjours à mesure que la distance diminuera, Saturne décrira une ligne spirale, puis parabolique, & enfin presque perpendiculaire; & venant de la région la plus éloignée se réunir au soleil, quels désordres ne fera-t'il point en traversant irrégulierement, avec ses satellites, tout ce monde Newtonien, où

il y a autant de principes de deſtruction, que de centres de gravité.

Si l'on répond que l'excès de la viteſſe de la planéte la ſoutient contre un excès d'attraction, il faut donc donner quelque raiſon de l'accroiſſement de la force horizontale, lorſque la force perpendiculaire augmente. Mais ce ſera toujours avancer gratuitement un principe contraire à la premiére ſuppoſition d'une force horizontale inhérente à l'aſtre, & dont le principe ne doit être ſujet à aucune variation. Les Géométres auroient d'ailleurs un vaſte champ pour démontrer par des calculs réels, fondés ſur la régle de Képler, admiſe par Newton, & ſur les obſervations Aſtronomiques, que les rapports réciproques des diſtances, des maſſes & des viteſſes, n'étant pas les mêmes en tout tems, toute la théorie Newtonienne ne peut avoir aucune ſolidité, puiſque l'équilibre venant à être rompu dans quelque partie de l'Univers, par la moindre inégalité d'attraction d'une planéte ou d'un ſatellite dans les apſides, l'équilibre ſeroit rompu en même tems par tout, & l'univers auſſi-tôt détruit, touts les globes tombant les uns ſur les autres; le ſoleil même, ſuivant Newton, s'écarteroit (1) de ſon centre à

(1) Si terra & planetæ omnes ex unâ ſolis

quelque diſtance & précipiteroit encore la chute des planétes dans leurs ſyzygies, la force de la gravitation étant telle dans ce ſyſtême, que lorſqu'une planéte s'approche du ſoleil, elle oblige le ſoleil de s'avancer un peu vers elle, s'il n'eſt retenu par une attraction contraire. Ainſi tout le ſyſtême, qu'on fait valoir par ſon rapport avec les phénoménes, eſt perpétuellement en contradiction avec les faits établis par l'aſtronomie. Le pouvoir (1) de la gravité, dit Newton, eſt proportionné à la quantité de la matiére : ces paroles n'ont pas le ſens naturel qu'elles préſentent, ſçavoir que le pouvoir de la gravité agit davantage ſur les corps fort maſſifs que ſur les corps fort poreux : comme en effet nous voïons un loüis d'or tomber plus vite qu'un petit morceau d'éponge. L'axiome Newtonien à un un ſens tout contraire. Newton s'explique en oracle : ſa philoſophie eſt enveloppée d'expreſſions ambiguës. L'axiome ſignifie que ſur un corps, qui a cent degrés de maſſe, la gravité exerce cent de-

parte conſiſterent, commune omnium centrum gravitatis vix integrâ ſolis diamentro à centro ſolis diſtaret. *Newt. lib. 3. princip. Math. prop. 12.*

(1) Gravitatem in corpora univerſa fieri, eamque proportionalem eſſe quantitati materiæ in ſingulis. *Newt. princip. Math. lib. 3. prop. 7.*

grés de ſon pouvoir, & que ſur un corps qui n'a de maſſe que le centiéme d'un degré, l'attraction n'exerce qu'un centiéme de degré de ſon pouvoir, en ſorte que par cette compenſation touts les corps ſont également peſants, qu'ils ont touts la propriété de la gravitation dans le même degré. Il ſeroit inutile de rien ajouter à ce qui a été dit ſur ce principe; mais il eſt très-important d'expliquer la raiſon inverſe des quarrés des diſtances.

De l'accélération de Galilée.

On paroît aiſément profond, en retenant ce peu de mots, *la raiſon inverſe des quarrés des diſtances*: mais je doute un peu que ceux qui emploient ſi ſouvent ces expreſſions, ſoient bien convaincus de la vérité du prétendu axiome en connoiſſance de cauſe. La raiſon inverſe répond par ſon égalité à la raiſon directe; & le rapport qui eſt exprimé eſt celui de la prétenduë démonſtration de Galilée, qu'il s'agit d'expliquer.

Dans le paſſage de Galilée qui a été cité les eſpaces parcourus en tems égaux par un mobile, qui partant de ſon point de repos ſe meut d'un mouvement uniformement accéléré, ſont entr'eux en raiſon des nombres impairs, 1., 3, 5, 7, &c. Galilée ajoute, c'eſt-à-dire, *que les eſpaces parcourus ſont en raiſon doublée des tems: ou ſi vous l'aimez mieux que les*

les eſpaces ſont entr'eux comme les quarrés des tems. Mais outre que l'accélération des viteſſes dépend principalement de la réſiſtence des milieux parcourus, il paroît inſoutenable en faiſant abſtraction de cette réſiſtence, que l'accélération des viteſſes ſoit en raiſon des nombres impairs. Car la prétenduë démonſtration de ces viteſſes roule ſur un double emploi dans le calcul, & ſur des ſuppoſitions très-incertaines. Prenons pour exemple des piés d'eſpace & une ſeconde de tems. Le corps, dit-on, avance dans une ſeconde de quinze piés: dans la deuxiéme il avance de quarante-cinq piés; parce qu'il conſerve toute la force du tems précédent, qu'il acquiert une force pareille de parcourir quinze piés dans le ſecond tems, & que la cauſe du mouvement lui imprime encore, pendant ce ſecond tems, une force égale de parcourir quinze piés. Mais c'eſt compter deux fois une ſeule acquiſition de force pendant le ſecond tems, que de dire qu'un corps, outre qu'il conſerve toute la force du premier tems, en acquiert pendant le ſecond une égale, & qu'il en reçoit encore une égale de la cauſe primitive de ſon mouvement. Il en eſt de même de touts les tems qui ſuivent. L'accumulation des forces y devient bientôt prodigieuſe & exceſſive;

Graveſend. lib. 1. inſtit. Nevvt. 6. 14.

& il en réſulteroit une accélération qui ſurpaſſeroit de fort loin toute vraiſemblance.

D'ailleurs la démonſtration qu'on donne de ces progreſſions, roule ſur ce principe fort incertain, que la force motrice continuë d'agir autant ſur un corps, qu'elle a déja mis en mouvement, que ſur le même corps qu'elle trouve en repos. Mais les Phyſiciens ne peuvent décider, ſi la force motrice ne s'applique au corps qui doit être mu, qu'autant de tems préciſément qu'il en faut pour le choc, ou ſi cette force s'applique continuellement au corps, le pourſuit dans ſon mouvement, & renouvelle à chaque inſtant ſon impreſſion ſur lui. Dans le 1. cas, le mouvement du corps eſt uniforme, & il a toûjours une viteſſe égale, ſuppoſé qu'il ne rencontre point d'obſtacle qui la diminuë. Dans le 2. cas, le mouvement du corps eſt accéléré, parce que la force qui le meut, augmente dans le ſecond inſtant l'effet du premier, & toujours ainſi de ſuite, tant qu'elle eſt appliquée. En ſuppoſant que la force motrice pourſuive le corps, il ſe préſente une autre difficulté ſur l'égalité de ſon action, & il paroit que dans le premier inſtant, où elle trouve le corps en repos, & lui donne un coup, elle doit lui imprimer une plus grande viteſſe, que dans le ſecond inſtant, où elle le trouve fuïant de-

Elém. de la Géom. de l'infin. part. 2. ch. 8. Anal. démontr. t. 2. p. 894.

vant elle, & se dérobant à son action.

C'est ce qui a fait dire à M. de Fontenelle *que cette accélération est si peu démontrée, qu'on avouë qu'il n'est pas impossible qu'on établisse quelque autre hypothése que celle de Galilée.* Mais il ne faut en toutaucune hypothése d'accélération uniforme des vitesses; car cette accélération, qui ne peut être considérée comme uniforme, dépend de trois causes des plus accidentelles & des plus variables; sçavoir du plus ou moins de matiére propre dans les mobiles, de la force inégale de l'impulsion, de la résistence très-différente des milieux. Si l'on vouloit cependant se proposer une loi uniforme d'accélération, il y auroit bien plus d'apparence de l'établir conjecturalement dans l'addition de l'unité à chaque tems, en sorte que les espaces parcourus suivissent la progression arithmétique, 1, 2, 3, 4, 5, &c. accélération qui peut, à la vérité, paroître encore de beaucoup trop forte, car il est même peu vraisemblable que le mobile qui auroit parcouru quinze piés dans la premiére seconde en commençant à tomber, en parcourût jusqu'à soixante & quinze dans la cinquiéme seconde, quatre-vingts-dix dans la sixiéme & ainsi de suite. Cette progression arithmétique par l'unité rompt absolument la progres-

Hist. de l'Acad. des Scienc. ann. 1707. p. 134.

sion géométrique soit directe soit inverse des quarrés de distance, qui résulte de la progression arithmétique des nombres impairs, ou de l'unité toûjours doublée. Ces quarrés se comptent ainsi: le mobile aïant parcouru quinze piés ou une mesure d'espace dans le premier tems, parcourt dans le second quarante-cinq piés ou trois mesures d'espace. Le mobile est donc parvenu à la fin du second tems à une distance de 60. piés, ou à quatre mesures d'espace, c'est-à-dire, au quarré de deux ou du second tems. Dans le troisiéme tems, le mobile parcourt cinq mesures d'espace ou soixante & quinze piés. Ajoutant donc les soixante piés parcourus dans les deux premiers tems aux soixante & quinze que le mobile parcourt dans le troisiéme, il est, à la la fin de ce troisiéme tems, à une distance de 135. piés ou de neuf fois quinze piés, c'est-à-dire, qu'il est éloigné de neuf mesures de l'espace ou du quarré de ce troisiéme tems. La même loi des quarrés de distance régne dans toute la progression continuée à l'infini. Mais comme cette accélération n'a aucune vraisemblance en elle-même, qu'elle n'est appuïée sur aucun fondement, qu'elle n'est appliquable ni au plein, ni à un monde matériel, l'édifice Newtonien ne peut subsister,

puisqu'il est fondé tout entier sur cette loi de gravitation, en même tems que son calcul en est à une distance énorme.

Newton n'a donné l'essai de cette gravitation sur la lune, qu'au moïen d'une feinte apparence de rapport entre deux mesures, qui n'ont aucune relation, telles que des mesures de 15. piés d'espace & des demis-diamétres de la terre; en sorte que par une illusion ou volontaire ou absurde, il a fait répondre chaque demi-diamétre de la terre à quinze piés d'espace, dont il contient (1) environ dix-huit millions sept cents cinquante mille.

En suivant donc la loi des quarrés inverses, & la distance de la lune étant évaluée à quatrevingts millions ou environ de ces mesures d'espace de quinze piés chacune que le mobile est supposé parcourir en une seconde auprès de la terre; la lune devroit faire le quarré de quatrevingts millions, ou six quadrillons & quatre cents trimillions de fois moins de chemin en une seconde, & non pas, comme Newton l'a calculé, trois mille six cents fois moins de chemin: puisqu'il nous a donné pour la raison inverse des

(1) *Le diamétre de la terre est évalué par l'Académie des Sciences à 2865. lieuës moïennes, des 25. au degré, & de 2280. toises chacune. Mais cette précision est fort indifférente ici.*

quarrés(1)de diſtance de la lune,ce qui en eſt autant éloigné qu'une meſure du quarré de neuf cents piés eſt éloignée du quarré de 60. demis-diamétres de la terre.

Par conſéquent, le côté répondant à la gravité perpendiculaire, dans le parallélogramme que la lune décrit en une minute,le côté A B que Newton nous aſſure être de quinze piés, ne devroit être, par les principes qu'il établit, & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, que d'environ la cent dix bi-millioniéme partie d'un pié, dont l'attraction pourroit ſeulement faire avancer la lune en une minute, au lieu de 15. piés.

PL. 2. FIG. 7.

Ainſi en ſuppoſant que les quarrés des diſtances, & l'eſpace parcouru par le mobile qui tombe auprès de la terre (que Newton a pris pour les principes de touts ſes calculs) fuſſent les cauſes véritables des révolutions des aſtres, il faudroit ramener ces calculs de 15. piés à la cent dix bi-millioniéme (2) partie d'un pié : ce qui feroit naitre une aſtronomie toute

(1) Si globorum duorum in ſe mutuò gravitantium materia undique in regionibus quæ à centris æqualiter diſtant homogenea ſit, erit pondus globi alterius in alterum reciprocè ut quadratum diſtantiæ inter centra. *Newt. lib. 3. princip. Math. propoſit. 8.*

(2) *Ces calculs ne ſont pas de la plus exacte préciſion ; auſſi n'en eſt-il pas beſoin. S'il s'y eſt gliſſé quelque erreur (car je ne puis les recom-*

nouvelle, & d'une eſpéce fort ſinguliére. Mais comme la loi de la progreſſion ſoit directe, ſoit inverſe des quarrés de diſtance, auſſi-bien que la quantité de l'eſpace parcouru par la chute d'un mobile quelconque auprès de la terre, ſont inutiles à un Monde matériel, qu'elles ne ſont ſoutenuës d'aucune réalité, qu'elles n'influent en aucune maniére ſur le mouvement des aſtres, qui a ſon principe dans le méchaniſme général de la nature, je penſe que perſonne ne ſe donnera la peine de rectifier les calculs de Newton.

Il ne les a pas bornés à la peſanteur des corps compris dans notre atmoſphére. *Newton a oſé calculer, à l'aide des ſeules loix de la gravitation, quelle doit être la peſanteur des corps dans d'autres globes que le notre : ce que doivent peſer dans la lune, dans Saturne, dans le ſoleil, les mêmes corps que nous appellons ici une livre. Et comme ces différentes peſanteurs dépendent directement de la maſſe des globes, il a fallu calculer quelle doit être la maſſe de touts ces aſtres. Qu'on diſe après cela, que la gravitation, l'attraction, eſt une qualité occulte : qu'on oſe appeller de ce nom une loi univerſelle, qui conduit à de ſi étonnantes découvertes.* Nous venons donc de-

Elém. de la philoſ. de Newt. ch. 22.

mencer) le lecteur qui entend de quoi il s'agit, voudra bien l'excuſer.

faire une grande perte, en découvrant la fauſſeté & l'illuſion de tours ces calculs : mais j'avouë que comme ils ne m'avoient jamais ſéduit, je ne puis y avoir aucun regret. Ils ont produit une infinité de fauſſes démonſtrations, d'abſurdes calculs, de ſubtilités incompréhenſibles, qui corrompoient la phyſique, la géométrie, l'aſtronomie, la médecine, toutes les parties des Mathématiques, & en général les ſciences & les arts. Un médecin a dit, *dans un traité des hernies*, que la nature agit dans les inteſtins en raiſon inverſe des quarrés des diſtances. Un autre médecin, *dans la théorie des fiévres*, prétend que le mouvement de nos humeurs eſt le produit de leurs maſſes par le quarré de leurs viteſſes. M. Keil, dans un traité de la ſécrétion animale, l'explique par la raiſon des diſtances. Tout retentit de la raiſon directe & inverſe de ces quarrés. L'infini & les quarrés de diſtance achevront de perdre les ſciences, ſi les Sçavants ne s'accordent pas à les rejetter & à les proſcrire.

Cette régle des quarrés de diſtance ſe trouve fauſſe en toute rencontre. Contentons-nous ici d'un ſeul exemple rapporté dans l'hiſtoire de l'Académie. *On ſçait que la force d'une même lumiére diminuë ſelon les quarrés des diſtances où elle*

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1726. p. 11.

eſt reçuë, c'eſt-à-dire, que reçuë deux fois, trois fois plus loin &c. elle eſt 4. fois 9. fois &c. plus forte. Si vous entendez par deux fois, trois fois &c. des poulces, la diminution eſt fauſſe & trop forte: car il eſt bien aſſûré qu'à neuf poulces de la lumiére d'une bougie, où la diminution de cette lumiére n'eſt pas ſenſible, vous n'éprouvez pas une diminution 81. fois plus forte: ſi vous entendez par deux fois, trois fois &c. des arpens, la diminution eſt fauſſe & trop foible: car une bougie qui étant proche m'éclaire aſſez pour lire, ne ſuffit pas pour me faire diſtinguer mon chemin à un arpent de diſtance, où la clarté devroit cependant être la même; puiſqu'à un arpent de diſtance, il n'y a point encore de commencement de quarré; car le quarré d'un eſt un, ou plutôt un n'a point de quarré; au moins eſt-il certain qu'il n'a point d'autre quarré que lui-même, car 1. multiplié par 1. donne toujours 1.

Ce qui ſe trouve dans la même hiſtoire de l'Académie eſt bien plus éloigné de toutes les expériences qu'on peut faire. *Un point lumineux quelconque étant placé à deux différentes diſtances d'une ſurface qui reçoit directement ſes raïons, la force ou intenſité de la lumiére en ces deux cas eſt dans la raiſon inverſe des quarrés des deux* *Hiſt. de l'Acad. des ſcienc. ann. 1735. p. 6.*

distances du point lumineux. Les expériences de M. Celsius l'ont conduit plus loin. Le principe géométrique n'est que pour la lumière directe, répanduë immédiatement du point lumineux sur une surface. Lorsque la lumière est refléchie, comme dans l'expérience de M. Celsius, pour voir le même objet à une distance double, triple &c. il faut qu'il soit 256. fois, 6561. fois plus éclairé; & il suffiroit par le principe géométrique des quarrés des distances qu'il le fût quatre fois, neuf fois &c. davantage. D'où peut venir cette énorme différence? Il est possible que parce que la lumière est affoiblie par la réflexion, elle perde davantage en s'étendant, & l'expérience prouve invinciblement que cela est ainsi. Jamais autorité n'eût été plus arbitraire en philosophie, que celle qui seroit fondée uniquement sur ces paroles: *l'expérience prouve invinciblement que cela est ainsi.* Mais il est facile de répondre qu'on n'ajoute aucune foy à l'expérience, qui sûrement a été défectueuse Le calcul se prête à tout, & n'avertit jamais de l'erreur. Faites cette expérience très-aisée. Mettez une bougie vis-à-vis un miroir: vous verrez la réflexion presque d'aussi loin que la bougie, quoique la lumière refléchie soit fort afoiblie par la directe. Au moins connoitrez-vous évidemment qu'-

une distance de trois pas n'emporte pas une différence d'une lumiére 6561. fois moins forte, qui deviendroit nulle longtems avant que vous vous éloignassiez de 6561. pas.

Indépendamment du principe vicieux, de la raison inverse des quarrés des distances, que peut-on penser de prétendus principes Mathématiques, fondés non-seulement sur des hypothéses conjecturales, mais qui ne peuvent-être admises dans aucune philosophie? Car pour peu qu'on fasse d'attention à des cieux entiérement vuides, à des mélanges de matiére & d'esprit dans une même substance, à des attractions qui varient dans les différentes conjonctures, jusqu'à devenir des répulsions, à l'action des corps sur d'autres corps au-delà d'espaces immenses où il n'y a aucune matiére, à des qualités occultes, renouvellées pour les attribuer au néant, on concevra aisément que jamais il n'y eut un plus monstrueux assemblage d'erreurs. Je craindrois de m'être trop étendu sur ces opinions Newtoniennes, s'il n'entroit pas dans le plan de cet ouvrage de faire connoître que les plus absurdes ont été quelquefois les plus applaudies.

Le P. Reyneau prévenu des mouvements accélérés & retardés suivant des *Anal. démontr. t. 2. p. 514.*

progreſſions uniformes, a avancé une propoſition dont il eût pu ſe déſabuſer par des expériences bien aiſées. *Si une bombe*, dit-il, *eſt jettée verticalement, quand elle ſera montée au point le plus haut où l'action de ſa peſanteur lui fera perdre entiérement la viteſſe de ſon impulſion, elle retombera de cette même hauteur, & elle aura acquis par ſa peſanteur, en arrivant au point d'où elle étoit partie, préciſément la même viteſſe avec laquelle elle aura été pouſſée par la force de la poudre.* C'eſt ce que le P. Reyneau appelle une demande : mais bien loin qu'elle lui puiſſe être accordée, c'eſt une vraie pétition de principe. Le poids d'une bombe, qui écraſe tout ce qu'elle rencontre en retombant, peut rendre moins ſenſible la différence de la force avec laquelle elle ſort du mortier, & avec laquelle elle retombe. Mais tirez un coup de piſtolet verticalement : la bale en partant percera de part en part tel corps, ſur lequel en retombant elle ne fera aucune impreſſion. Cette bale aura même plus de force à quelque diſtance du piſtolet que dans l'inſtant qu'elle en ſort : ce qui eſt conforme à l'expérience & au raiſonnement, parce que la bale, ſortant du mouſquet n'a pas reçu l'impulſion de toute la poudre, dont l'exploſion n'eſt pas encore achevée. Les

loix des progressions établies par plusieurs géomètres s'accordent peu avec les expériences les plus simples : mais on ne doit pas être embarrassé de la préférence entre des spéculations philosophiques & des effets indiqués par la nature.

Un écueil trop ordinaire est de rendre raison de ce qui n'est pas. Montagne fait une observation très-importante pour la physique en général : » Je vois ordinairement, dit-il, que les hommes aux » faits qu'on leur propose, s'amusent » plus volontiers à en chercher la raison, » qu'à en chercher la vérité. Ils passent » par-dessus les présuppositions, mais ils » examinent curieusement les conséquences. Ils laissent les choses, & courent » aux causes. Plaisants causeurs ! ils commencent ordinairement ainsi : Comment est-ce que cela se fait ? mais se » fait-il ? faudroit-il dire. «

Les Physiciens cherchent souvent la raison de ce qui n'est pas. *Montagn. liv. 3. ch. 11.*

Plusieurs Médecins, du tems de Galien, (1) s'efforçoient de trouver la raison, pour laquelle il ne se fait point de calus aux fractures de la tête : *Vous êtes bien ineptes*, leur dit-il, *de rendre raison de ce qui n'est pas.*

» Démocrite aïant mangé à sa table

(1) Ὑμεῖς ὅτως ἐστὲ ληρώδεις ὥστε τῶν μὴ ὄντων λέγειν αἰτίας. *Galen. de rectâ sanandi methodo. Lib. 6.*

Montagn. liv. 2. ch. 12.

» des figues qui ſentoient le miel, com-
» mença ſoudain à chercher en ſon eſ-
» prit, d'où leur venoit cette douceur
» inuſitée, & pour s'en éclaircir s'alloit
» lever de table, pour voir l'aſſiette du
» lieu où ces figues avoient été cueillies.
» Sa chambriére aïant entendu la cauſe
» de ce remuement, lui dit en riant,
» qu'il ne ſe peinât plus pour cela, car
» c'étoit qu'elle les avoit miſes en un
» vaiſſeau où il y avoit eu du miel. Il ſe
» dépita de quoi elle lui avoit ôté l'occa-
» ſion de cette recherche, & dérobé ma-
» tiére à ſa curioſité. Vas, lui dit-il, tu
» m'as fait déplaiſir, je ne lairrai pour-
» tant d'en chercher la cauſe, comme ſi
» elle étoit naturelle. «

Pluſieurs opinions ſans fondement.

Ce ſont des opinions aſſez généralement répanduës, que la lune fait croître & décroître (1) la mouelle & la cervelle des animaux, qu'elle régle le froid & le chaud, les pluies & les orages. Ceux qui ont examiné de ſuite la mouelle des animaux, de même que les changements

(1) Sic ſubmerſa fretis, concharum & carcere clauſa,
Ad lunæ motum variant animalia corpus. *Manil. aſtronom. lib.* 2.
Luna alit oſtrea, & implet echinos, muribu' fibras,
Et pecui addit. *Lucil. ap. Aul. Gell. noct. Atticar. lib.* 20. *c.* 7.

qui arrivent aux écreviſſes & aux huitres, ont remarqué des effets tout contraires dans les différentes viciſſitudes de la lune. *Rohault, part. 2. Logiq. du port. roïal, part. 3. ch. 18.*

Qui eût jamais prévû que des Philoſophes ſoutiendroient, qu'on peut voir clair au travers des corps les plus opaques ? Le ſiécle paſſé en a fourni des exemples : auſſitôt qu'on eut dit qu'il y avoit en Eſpagne des hommes qui voïoient au travers de la terre à plus de vingt piques de profondeur, & qui appercevoient les ſources, les métaux, & les cadavres enfermés dans des cercueils fort épais, pluſieurs Philoſophes ne manquérent pas de trouver des raiſons, pour ſe perſuader qu'il n'y avoit rien-là qui ne fût poſſible naturellement. Ces Eſpagnols avoient les yeux fort rouges. Le P. Martin Del Rio rapporte que lorſqu'il étoit à Madrid en 1575. on y voïoit un petit garçon de cette eſpéce. Le Mercure de France a parlé de la Demoiſelle Pédegaſche Portugaiſe, qui voit ce qui eſt caché dans les entrailles de la terre. Elle diſcerne la pierre, le ſable, les ſources d'eau même à trente ou quarante braſſes de profondeur. A l'égard du corps humain, ſa vûë ne pénétre pas au travers des habits, mais à nud : elle diſtingue l'eſtomac, le cœur, & autres par- *Juin 1728. part. 1.*

ties internes, voit les abscès s'il y en a, & démêle les causes des maladies dans les humeurs. Elle connoît à sept mois de grossesse, si une femme est enceinte d'un garçon ou d'une fille.

Pratiq. superst. t. 1. liv. 1. ch. 6. pag. 104. de la 2. édit.

Le P. le Brun n'ajoute aucune foi à ces histoires de vûës perçantes : & il montre qu'un fait semblable, autorisé par une lettre de Huguens au P. Mersenne, n'est avancé par Huguens que sur des oüi dire & par plaisanterie.

Théatr. critiq. univ. t. 3. disc. 5.

Le P. Benoît-Jerôme Feijoo observe que ces hommes à vûës perçantes dans les corps opaques, sont nommés (1) *Zahoris*, nom qu'il estime avec beaucoup de vraisemblance, être Arabe d'origine : & il trouve probable que les Espagnols ont reçu cette opinion des Maures, nation qui donnoit beaucoup dans le fabuleux.

Est-il rien qui paroisse plus extraordinaire, que ce qu'on a dit autrefois (2) sur la Remore, petit poisson à peu près

(1) *Le célébre Balthazar Gracian parle aussi des Zahoris, dans son Criticon, part. 3. ch. 5. mais seulement d'une maniére allégorique & morale. Zahori, selon cet auteur, est un nom Arabe qui signifie celui qui voit & qui est caché. Il y a un article de ces vûës perçantes dans le dictionnaire de Bayle, sous le mot Zahuries.*

(2) Est parvus admodùm piscis, Echeneïs appellatus : hoc carinis adhærente, naves tardiùs ire creduntur, inde nomine impositò

ſemblable à une Sardine, que s'attachant à un vaiſſeau qui vogue à pleines voiles, il l'arrête tout d'un coup? Les Phyſiciens ont inventé pluſieurs ſortes de ſyſtêmes, pour expliquer cette merveille, ou plûtôt cette fable. Quelques-uns ont été juſqu'à dire que le froid exceſſif que la Remore répand autour de ſoi, glace l'eau qui environne le gouvernail. Campanella qui donne du ſentiment à toutes les parties de la matiére, a ſoutenu que la Remore arrête un vaiſſeau, en lui ôtant par l'engourdiſſement qu'elle lui cauſe, le ſentiment de la navigation. Cardan & Rondelet ont prétendu démontrer le pouvoir de la Remore, par la raiſon qu'attachée à l'extrémité du gouvernail elle agit ſur lui dans la même proportion que le

Keckermann. in diſputat. Phyſic.

De ſenſu rerum, lib. 3. in fin.

Cardan, lib. 7. de rer. variet. c. 37. Rondelet. lib. 15. de piſcib. c. 18.

quam ob cauſam amatoriis quoque veneficiis infamis eſt, & judiciorum ac litium morâ: quæ crimina unâ laude penſat, fluxus gravidarum utero ſiſtens, partuſque continens ad puerperium. *Plin. lib. 32. c. 1.*

Non puppim retinens, Euro tendente rudentes,
In mediis Echeneïs aquis. *Lucan. lib. 6.*

Oppian. lib. 1. Halieutic. verſ. 217. Ælian. lib. 1. de animalib. c. 36. & lib. 2. c. 17. Ariſtot. lib. 2. hiſt. animal. c. 17. Rondelet. lib. 14. c. 4. Caſſiod. lib. 1. variar. epiſt. 35. Plutarque n'avoit pas donné dans cette fable, & il avoit ſoutenu que la remore ne pouvoit pas arrêter les navires. Plutarch. lib. 2. Sympoſiac. quæſt. 7.

gouvernail ſur tout le vaiſſeau, & que ce qui agit aux extrémités, a beaucoup plus de force.

Aldobrand. de piſcib. lib. 3. Schott, phyſiq. curieuſe.

Ulyſſe Aldobrandi, & le P. Gaſpard Schott attribuent cette propriété de la Remore à une qualité occulte. Suarez après en avoir parlé (1) très-affirmativement, penſe qu'elle eſt l'effet de quelque influence céleſte. Jules Scaliger fait intervenir les poles du monde, le centre de la terre, le ciel, les fleuves, l'aiman, & rabattant ſur la Remore, il conclut enfin que comme le Phyſicien ne peut expliquer pourquoi le froid eſt contraire au chaud, on ne peut auſſi rendre raiſon pourquoi la Remore arrête les navires.

Scalig. adverſ. Cardan. exerc. 218. num. 8.

Aujourd'hui que la propriété de la Remore eſt bien reconnuë pour fabuleuſe, on cherche quelle peut avoir été la cauſe d'une opinion ſi extraordinaire. Vallemont croit, avec aſſez de vraiſemblance, qu'on aura trouvé ce petit poiſſon attaché à la proüe de quelque vaiſſeau arrêté, dont le repos n'étoit aſſûrément pas cauſé par la Remore, mais peut être par des cavernes, qui ſont au

Phyſiq. occult. ch. 1.

(1) Non dubium eſt quin ex virtute mirabili proveniat, adjuvante fortaſſe ſpeciali aliquâ & connaturali influentiâ cœli. *Suarez, diſputat. 18. ſect. 8.*

fond de la mer, dans leſquelles l'eau s'engoufre, & qui retiennent ainſi quelque tems les navires qui paſſent par-deſſus. Un calme ſurvenu tout-à-coup, des courants inconnus, quelque banc de ſable, ou quelqu'autre cauſe ont pu auſſi arrêter les navires qu'on a crus retenus par la Remore.

Les Phyſiciens ne ſe ſont pas peu tourmentés à trouver la cauſe, pourquoi la plante qui eſt nommée *lunaria major*, déferre un cheval qui marche deſſus, comme Dioſcoride l'a rapporté. Cependant aujourd'hui on regarde cela comme un conte fait à plaiſir. Car ſuppoſé que les feuilles de cette plante s'attachent au fer d'un cheval, tout ce qui peut arriver de là c'eſt que les cloux qui tiennent le fer étant plus forts que la tige de cette plante, l'arracheront de terre ou la rompront. *Vallem. phyſiq. occult. c. 1.*

Pluſieurs Auteurs ont dit, les uns après les autres, qu'un homme péſe plus à jeun qu'après le repas; qu'un tambour de peau de brebis ſe créve au ſon du tambour d'une peau de loup; que les vipéres font mourir leurs méres en leur déchirant le ventre, & qu'elles occaſionnent la mort de leurs péres, parce que la femelle écraſe la tête du mâle au moment qu'elle conçoit. Cependant ce *Bayl. penſ. ſur la comet. ſect. 46.* *Oppian. de venat. lib. 3. v. 282.* *Herod. Thal.* *Ælian. lib. 1. de anima. lib. c. 24.*

ſont toutes choſes contraires à l'expérience, comme l'ont vérifié ceux qui ont eu la curioſité de s'en éclaircir.

Sur cette queſtion, pourquoi les poulains qui ont été courus du loup deviennent plus vites que les autres ? la logique du Port-Roïal rapporte une réponſe fort ingénieuſe de Plutarque, *que c'eſt peut être parce que cela n'eſt pas vrai.*

Part. 3. c. 18.

Vallem. phyſiq. occult. c. 2.

L'an 1595. le bruit ſe répandit qu'il étoit venu une dent d'or à un enfant de Siléſie. Jacobus Horſtius profeſſeur en médecine dans l'univerſité de Helmſtad, publia auſſi-tôt un traité, dans lequel il montra que cette dent d'or étoit en partie un ouvrage de la nature & en partie un prodige. Peu après Martinus Rulandus donna au public l'hiſtoire de la dent d'or ; il eſt vrai que Joannes Ingolſterus la réfuta, mais Rulandus repliqua en 1597. Andreas Libavius écrivit ſur le même ſujet, & rapporta ce qui s'étoit dit pour & contre. L'enfant fut mené à Breſlaw. Là un orfévre voulant s'aſſurer ſi la dent étoit d'or, y frotta ſa pierre de touche. A l'œil la ligne marquée ſur la pierre paroiſſoit être de véritable or ; mais quand on eut mis de l'eau forte ſur cette ligne, elle diſparut. Chriſtophorus Rhumbaumius viſitant la dent encore plus exactement, apperçut un petit trou au-deſ-

ſus, en ſorte qu'après y avoir porté un ſtilet de fer, il trouva que cette dent étoit enveloppée d'une feuille de cuivre doré.

Sénéque ſe mocque de quelques Phyſiciens, qui vouloient expliquer par des raiſons naturelles, les cauſes d'une pratique ſuperſtitieuſe des habitants de Cléone. Lorſque quelque nuée paroiſſoit diſpoſée à ſe réſoudre en grêle, on immoloit des agneaux, ou par quelque inciſion à un doigt on faiſoit ſortir du ſang, dont on croïoit que la vapeur montant juſqu'à la nuée la diſſipoit entiérement. *Ne vaudroit-il pas mieux*, diſoit Sénéque, (1) *ſoutenir que c'eſt une folie ou une fable ?*

N'en faudroit-il pas dire autant de ce que MarcileFicin attribuë au corail après Métrodore, S. Iſidore & Zoroaſtre? Ces auteurs prétendent que le corail diſſipe les terreurs paniques, écarte la foudre & la grêle ; & Fortunio Liceti philoſophe de réputation (2) oſe bien en donner cette *S. Iſid. Orig lib. 16. c. 14.*

(1) Alteri ſuſpicari ipſos aïunt eſſe in ipſo ſanguine vim quamdàm avertendæ nubis ac repellendæ. Sed quomodò in tàm exiguo ſanguine poteſt eſſe tanta vis, ut in altum penetret, & eam ſentiant nubes? quanto expeditius erat dicere, Mendacium & fabula eſt ? *Sen. quæſt. natural. lib.* 4. *c.* 7.

(2) Si corallus inſanos terrores amovet, ſi fulgura repellit & grandinem, id efficere per ſe valet calore ſui temperamenti, diſſolvens

raiſon phyſique : *que le corail exhale une vapeur chaude*, qui s'élevant dans l'air, diſſipe tout ce qui peut cauſer le tonnerre & la grêle, & écarte la terreur.

On croïoit autrefois que la peau d'un veau marin préſervoit de la foudre. Pluſieurs auteurs l'ont aſſûré. C'eſt apparemment ce qui engagea (1) Auguſte à ſe tenir toujours muni d'une pareille peau qu'il portoit ſur lui ; & l'Empereur Sévére à en faire doubler ſa litiére. Tibére, pour ſe garentir du tonnerre, portoit une couronne de laurier ; mais on a obſervé que le laurier eſt frappé de la foudre, comme les autres arbres. Quelques-uns ont prétendu encore que les branches de figuiers devoient avoir la même vertu.

Spartian. in Sever.
Suet. in Tib. c. 69.
Harduin. in Plin. lib. 2. c. 55.
Cardan. de ſubtil. lib. 2.

Opinions des Phyſiciens modernes renouvellées des anciens.

La doctrine des corpuſcules inſenſibles, qui fait le fondement de toute la phyſique nouvelle, n'eſt rien moins que nouvelle elle-même. Moſchus Phénicien s'eſt ſervi de ces mêmes explications. Ce Moſchus qui vivoit, ſuivant Strabon,

Strab. lib. 16.

tùm vapores tætros, terroris inſani pueris & melancholicis effectores, tùm frigiditatem, in ambiente fulgura per antiperiſtaſim, & grandines per ſe procreantem. *Fortun. Licet. tract. de anaul. c. 19.*

(1) Tonitrua & fulgura paulo infirmiùs expaveſcebat, ut ſemper & ubique pellem vituli marini circumferret pro remedio. *Suet. in Octav.*

avant la guerre de Troie, eſt beaucoup plus ancien qu'Epicure, Démocrite & même Leucippe, qui faiſoient auſſi conſiſter tous les effets naturels dans le mouvement des parties inviſibles. Empédocle, & Héraclite ont établi de petits fragments, des corpuſcules d'une délicateſſe extrême, des ſemences très-déliées, qui étoient comme les éléments des éléments mêmes. Platon déſigne clairement la matiére ſubtile, lorſqu'il rapporte l'étymologie (1) de l'air à ſon cours continuel, & celle de l'éther à une fluidité qui le fait courir au-dedans des particules de l'air. Ariſtote outre le feu, l'eau, l'air, & la terre, a reconnu une cinquiéme eſpéce de matiére plus ſubtile qu'il appella éther. N'admettant point de vuide, il fit uſage de l'éther pour remplir les interſtices de touts les corps. Le grand défaut de ſa Phyſique eſt de n'avoir pas pouſſé aſſez loin l'uſage de l'air & de l'éther; mais les principes des modernes ne lui ont pas été inconnus.

Les corpuſcules d'Aſclépiade étoient imperceptibles aux ſens & extrémement déliés, diviſibles, fragiles, ſujets à augmentation & à retranchement, & à pren-

(1) Ἀὴρ ὅτι ἀεὶ ῥεῖ. τὸν δὲ αἰθέρα τῇ δὲ πνεῦμα λαμβάνω, ὅτι ἀεὶ θεῖ περὶ τὸν ἀέρα ῥέων. *Plat. in Cratyl.*

dre de nouvelles figures par le froiſſement, au lieu d'être indiſſolubles & inaltérables, comme ceux de Démocrite & d'Epicure. N'eſt-ce pas là exprimer parfaitement la matiére ſubtile de des Cartes ? Aſclépiade dans ſon ſyſtême de Médecine ſemble avoir été le précurſeur de la Phyſique nouvelle, lorſqu'il a rejetté les explications d'Hippocrate fondées ſur les qualités occultes & attractives, n'admettant l'attraction en aucune rencontre, non pas même à l'égard de l'aiman & du fer, & ſoutenant que tout ce qui arrive dans la nature, ſe fait par le concours des petits corps, & par la diverſe diſpoſition des pores.

Galen. de facult. nat. lib. 1. c. 12. Cœl. Aurel. de morb. acut. & chron. lib. 1. c. 14.

Les Cartéſiens en avançant que le feu n'eſt point chaud, que la neige n'eſt point blanche, que l'abſynthe n'eſt point amére, &c. n'ont fait que donner un tour nouveau à une opinion, qui n'a jamais pû être conteſtée, ni parmi les philoſophes, ni parmi le vulgaire. Il n'y a qu'une apparence de paradoxe dans les termes. Au fond, c'eſt une penſée très-commune mieux développée. Aucun homme de bon ſens n'a jamais pû croire que la ſenſation de chaleur ou de viſion, que nous éprouvons à l'occaſion du feu ou de la neige, fût dans le feu ou dans la neige & les Cartéſiens ne nient pas non plus que,

que ce qui excite en nous ces sensations ne soit dans les objets d'une maniére aussi réelle que l'étenduë même.

Théophraste dit qu'il est difficile de déterminer la cause des différences dans le goût : si c'est aux affections différentes des sens mêmes qu'il faut l'attribuer, ou selon Démocrite, aux figures des parties qui excitent le goût. Démocrite avoit expliqué que les parties globuleuses excitoient la douceur, que l'austére étoit causé par les corpuscules grossiers, l'âpre par des particules à plusieurs angles. *Theophr. lib. 6. de caus. plantar c. 1. & 2.*

Aristote examine si le feu brule par le mouvement des parties rondes, aiguës, ou pyramidales. *L. P. Rapin, compar. de Plat. & d'Aristot. part. 3. ch. 6.*

Lucréce explique la propriété de l'aiman d'attirer le fer & un autre aiman, d'une maniére assez semblable à celle de des Cartes, puisqu'il établit ces quatre principes, qu'il émane incessamment de toute substance matérielle quantité de corpuscules : qu'aucun corps n'est assez solide pour n'être pas pénétré de pores & d'interstices dans toute son étenduë : que les corpuscules ont différentes figures : que les pores ou interstices sont aussi différemment disposés. *Lib. 6. v. 907. & seq.*

Gassendi & des Cartes par leurs corpuscules & leur matiére subtile, n'ont

donc fait que renouveller cette philoſophie la plus ancienne de toutes, & qui a de beaucoup précédé les qualités réelles, les formes ſubſtantielles, les vertus occultes, les forces ſympathiques ou antipathiques. Platon, dans le Phédre, accuſe Anaxagore d'avoir expliqué tours les phénoménes de la nature par la matiére & le mouvement. Des Cartes eſt juſtifié ſuffiſamment de tout ſoupçon d'impiété, aïant reconnu que la matiére a été créée, & aïant poſé pour principe que les loix du mouvement ont été établies par l'être ſupréme avec connoiſſance & deſſein ; il n'a donc fait que corriger en philoſophe Chrétien, ce méchaniſme général connu avant Platon.

Diog. Laërt. in Epicur. Le commencement de la lettre d'Epicure à Pytoclès, enſeigne une phyſique aſſez ſemblable aux tourbillons de des Cartes, lorſqu'il y eſt expliqué que le monde eſt reſſerré & contenu par les mondes qui l'environnent, & qui le preſſant de toutes parts lui font prendre diverſes formes, ſuivant qu'il leur réſiſte ou qu'il eſt obligé de leur céder.

Diog. Laërt. in Archel. Archelaüs avoit dit que le ſoleil eſt une des étoiles. Héraclide & les Pythagoriciens ſoutenoient que chaque étoile eſt un monde. C'étoit le ſentiment des an-

ciens diſciples d'Orphée ; & Ariſtarque comptoit le ſoleil au nombre des fixes, ajoutant que la Terre tournoit autour du ſoleil. Platon a fourni à des Cartes une idée encore plus préciſe de ſes tourbillons, lorſqu'il a ſoutenu que chaque étoile tourne ſur ſon propre centre. *Plutarch. lib. 2. de plac. phil. c. 24.* *Plat. ap. Palingen.*

Marcel Palingenius (1) qui vivoit environ cent ans avant des Cartes, avoit renouvellé le ſentiment de Platon du tournoiment de chaque étoile ſur ſon axe ; & il ajoute que c'eſt ce mouvement de l'étoile qui rend ſa lumiére petillante à nos yeux.

L'opinion Cartéſienne que la matiére & l'étenduë ſont une même choſe, eſt tirée de Timée de Locres. Quand la philoſophie de des Cartes parut, on le décria comme un novateur ; lorſque ſa philoſophie a été bien établie, l'accuſation a changé, il eſt devenu plagiaire. *Huet. quæſt. Alnet. lib. 2. c. 5.*

(1) Stellæ autem fixæ (veluti Plato maximus inquit)
Quæque ſuum circà centrum volvuntur ibidem
Semper : & hæc ratio eſt, cur ſcintillare videntur.
Marcell. Paling. zodiac. in Aquar. lib. 11.

Comparaiſon des philoſophies de des Cartes & de Newton.

L'empire d'Ariſtote étoit deſpotique ; les raiſons qui ſont les loix de la philoſophie, n'étoient point écoutées : des vérités nouvelles étoient traitées de ſéditieuſes ; & la Philoſophie Péripatéticienne, après avoir été long-tems proſcrite par le concours des deux autorités, avoit ſçu les engager ſi bien dans ſon parti, que ceux qui prétendoient ſecoüer le joug des préjugés, étoient punis comme perturbateurs. Malgré tous ces obſtacles, il parut un homme qui joignit la fermeté du courage à l'élévation du génie. Toutes ſes vûës ne tendoient qu'à la vérité : plein d'ardeur pour la tirer d'eſclavage, il oſa établir pour principe, que le commencement de la Philoſophie étoit de rejetter toutes les opinions reçuës juſqu'alors, de remonter à un Scepticiſme général, non pour demeurer dans cet état de Pyrrhonien, incompatible avec les lumiéres naturelles, mais pour n'admettre au nombre des vérités que celles qui ſont fondées ſur des notions claires, certaines & évidentes. René des Cartes par ce ſeul principe, porta le coup mortel

Laun. de ſcyt. Ariſtot.

Carteſ. medit. 1.

aux déciſions philoſophiques fondées ſur les préjugés : par cette voie d'un doute général, il s'éleva aux vérités primitives, de ſa propre exiſtence, de l'exiſtence de Dieu, de la diſtinction de l'ame & du corps. Des vérités les plus ſimples, il paſſa aux plus compoſées ; il entreprit de connoître & de dévoiler la nature ; il fonda l'explication des phénoménes ſur le méchaniſme d'une phyſique corpuſculaire ; & développant quelques germes obſcurs, informes, & peu connus, qui étoient enfermés dans les livres des Anciens ſans aucune explication ſuffiſante, il en forma un ſyſtême phyſique ſi étendu & ſi brillant, qu'il ſurpaſſe de bien loin tout ce qu'on avoit imaginé juſqu'à lui de la magnificence de l'univers. Il a excellé dans la Géométrie, dont il a étendu fort loin les limites par des méthodes vraiment géométriques.

Médit. 2. 3. & 6. méthod. &c.

Princip. météor. traité de la lum. &c.

Géométr. Dioptr. &c.

On a vainement attaqué ce principe de ſa Métaphyſique : *Je penſe, donc je ſuis* ; en diſant qu'il faut exiſter avant que de penſer. Ce n'eſt pas de quoi il s'agit : mais l'idée primitive dans l'ordre des vérités démontrées, le fondement de toutes les évidences & de toutes les certitudes, ne peut être mieux placé que dans ce retour de l'eſprit ſur lui-même, qui

ne peut trouver aucun ſoupçon de doute dans l'acte qu'il exerce, dans ſa propre penſée. Ainſi la notion de la penſée eſt antérieure à celle du corps, à celle même de l'exiſtence. Penſée profonde, & qui a ſervi de baſe à un enchaînement de méditations invincibles, par leſquelles des Cartes a démontré, indépendamment de la révélation, les plus importantes vérités de la métaphyſique. Ces méditations doivent impoſer ſilence à touts ceux qui accuſent cette Philoſophie d'un matérialiſme déguiſé.

C'eſt à tort qu'on a imputé à des Cartes d'avoir banni de la Phyſique les cauſes finales. Cette ſcience vous rend plus propre à vous élever à ces cauſes, qui ſont les bienfaits & la ſageſſe infinie du créateur; mais ce n'eſt plus l'objet de la Phyſique. Toutes ſes vûës ſont bornées au méchaniſme naturel: les deſſeins de Dieu ſont les objets de la Métaphyſique ou de la Théologie: & ſi l'on doute de cette propoſition, il n'y a qu'à conſidérer qu'un Phyſicien qui prétendroit expliquer un phénoméne par la bonté de l'être tout-puiſſant, ou même par le rapport de ce phénoméne à l'ordre de l'univers, tiendroit un langage qui ne pourroit être reçu comme phyſique.

Je n'entrerai ici dans aucun détail des opinions de cet illuſtre Philoſophe : pluſieurs ont été examinées & diſcutées dans cet ouvrage. Ses erreurs n'y ont pas été diſſimulées. Il a donné pour une démonſtration nouvelle de l'exiſtence de Dieu un raiſonnement obſcur & qui ne prouve rien ; il a eu une idée fauſſe des eſſences ; en ſoutenant qu'elles pouvoient être changées par la volonté libre du Tout-puiſſant ; il a donné priſe ſur lui en tâchant d'établir l'impoſſibilité métaphyſique du vuide & des limites de la matiére ; il a mêlé des contradictions dans ſon méchaniſme ; quelques-unes de ſes régles (1) de mouvement ſont fauſſes ; ſon hypothéſe de la peſanteur, celles des couleurs & de l'aiman, ont été réfutées par des arguments peremptoires ; ſon explication du flux & du reflux de la mer eſt en partie inſoutenable ; on peut lui imputer avec juſtice deux excès, le premier d'avoir pouſſé trop loin les effets de ſes corpuſcules, comme d'émouvoir l'imagination de ceux qui dorment ou même qui ſont éveillés, en excitant des penſées qui avertiſſent des événements les plus éloignés, en faiſant reſſentir les grandes *Princip. part. 4.*

(1) *Je traiterai du mouvement dans une diſſertation particuliére.*

afflictions ou les joies fort vives d'un intime ami, les mauvais deſſeins d'un ennemi, & autres choſes ſemblables. Un ſecond excès de la philoſophie de des Cartes eſt d'avoir attribué à ſes principes une certitude non-ſeulement morale, comme celle de l'exiſtence d'une ville de Rome, mais une certitude métaphyſique fondée ſur ce que les notions claires & diſtinctes ne peuvent nous tromper. Voilà bien des erreurs dans des Cartes : mais ce grand Philoſophe a ouvert & enſeigné la route qui conduit à la vraie Philoſophie ; & s'il n'eſt pas exempt de défectuoſités particuliéres, c'eſt par ſa méthode générale, & en ſuivant ſes traces, qu'on peut les réformer.

La Philoſophie de Newton a pris l'eſſort le plus rapide : elle s'eſt établie à force de s'écrier, ô prodige ! ô merveille ! Pluſieurs joignoient leurs applaudiſſements, voulant paroître entendre ce qui paſſoit pour ſi ſublime ; quoiqu'au fond ils n'y compriſſent rien. Les diſciples & les adverſaires de Newton aïant dévoilé trop tôt ces myſtéres, leur chute a été ſi précipitée qu'à peine a-t-on eu le tems de la prévoir. Cependant l'exemple d'envelopper la Philoſophie d'une profonde obſcurité n'a encore que trop d'imita-

teurs. *C'eſt le grand défaut des Newtoniens de tout embroüiller d'une géométrie profonde ſans néceſſité. Ils ont bien leurs raiſons pour en uſer ainſi d'après M. Newton. Telle Opinion, qu'on trouveroit ridicule ſous ſon expreſſion ſimplement philoſophique, ſe fait admirer & reſpecter ſous un grand appareil de profonde Géométrie : & la plûpart des Diſciples dociles s'imaginent, dès qu'ils voient de la Géométrie, que tout eſt démontré.* *Mémoir. de Trév. Octobr. 1739. art. 114.*

Les calculs de Newton portent à faux; & je ne crois pas que dans ſes principes Mathématiques, dans ſon ſyſtême du Monde, dans ſon Optique, dans ſes équations infinies, dans ſes fluxions, dans ſes ſéries, dans ſa chronologie, il ait rencontré une ſeule vérité. Ceci me fait ſouvenir d'une récompenſe accordée par Gallien à un cavalier qui avoit (1) couru dix fois contre un taureau ſans le frapper. Cet Empereur lui envoïa une couronne, & comme les ſpectateurs murmuroient

(1) Cùm taurum ingentem in arenam miſiſſet, exiſſetque ad eum feriendum venator, neque perductum deciès potuiſſet occidere, coronam venatori miſit : muſſitantibuſque cunctis quid rei eſſet quòd homo ineptiſſimus coronaretur, ille per curionem dici juſſit : Taurum totiès non ferire difficile eſt. *Trebell. Poll. in Gallien. duob.*

de ce qu'un homme ſi mal adroit étoit couronné, Gallien fit publier par un héraut, *Que de manquer toujours le but étoit une choſe rare ; & qui avoit ſa difficulté.*

Les partiſans de Newton n'en ont parlé qu'avec une eſpéce d'enthouſiaſme. On a dit de lui, *qu'il devroit être à la tête du genre humain, ſi la force de l'eſprit & du ſçavoir décidoit du rang & de la ſupériorité chez les humains.* Des vers latins, mis à la tête de ſes principes Mathématiques, portent *qu'aucun homme ne procura jamais au genre humain de ſi grands avantages ; que ni celui qui leur montra à cultiver la terre, ni celui qui leur apprit l'art de la navigation, ni celui qui leur fit le doux préſent de la vigne, n'ont approché par leurs bienfaits de ceux de Newton.* On lui a fait en Angleterre la même pompe funébre qu'on y fait aux Seigneurs du plus haut rang : & ſon épitaphe porte *que le genre humain doit ſe féliciter de ce que Newton a été d'une même eſpéce.* Il a été (.) comparé & ſouvent préféré à des Cartes.

Préf. du Newtonian.

Celui-ci ſe met à la portée des ſimples, conduiſant l'eſprit des vérités primitives

(1) Tecùm Lesbia noſtra comparatur :
O ſæclum inſipiens & inficetum ! *Catul.*

aux plus composées : Newton ne daigne parler qu'aux plus profonds Géométres & aux plus patients Algébristes. René des Cartes tâche de vous faire connoître la nature : Isaac Newton connoît parfaitement l'esprit humain, toujours disposé à admirer ce qu'il ne comprend pas. Des Cartes ne cherche qu'à éclairer l'esprit : Newton mérite le surnom de Ténébreux donné autrefois à Héraclite. La Philosophie Cartésienne a proscrit les qualités occultes : la Philosophie Newtonienne les a reproduites ; non pour les appliquer, comme les Anciens, à des réalités, mais pour les attribuer même au vuide & au néant ; non pour suppléer, comme les Anciens, aux causes particuliéres inconnuës, mais pour en faire un principe général. Des Cartes cherche les causes physiques dans les loix générales & uniformes d'un méchanisme : Newton, par des propriétés inconnuës, par des entités qui ne sont ni esprits ni corps, introduit une philosophie, qui n'est pas propre, à la vérité, pour expliquer les causes des effets naturels ; mais pour être emploiée aux divinations, à la magie, aux contes des Fées. René des Cartes, dans une carriére assez courte de 54. ans, a eu beaucoup de traverses & de persé-

cutions à ſoutenir : Iſaac Newton, à la fin d'une vie de 85. ans, a joüi d'une grande réputation : Peut-être qu'à l'avenir le ſort de ſes ouvrages deviendra un préjugé peu avantageux à l'obſcurité.

LIVRE CINQUIE'ME.

PARTIE SECONDE.

DE L'ASTRONOMIE.

L'Aſtronomie ne doit pas être conſidérée ſous un ſeul point de vûë. Elle eſt compoſée de conjectures & de calculs ; d'hypothéſes vraiſemblables & de découvertes ſolides ; d'opinions & de certitudes. Sous l'un & l'autre de ces regards elle montre l'étenduë & la pénétration de l'eſprit humain. Il décide par cette ſcience de la forme de l'univers, il en augmente, ou en reſſerre les limites, il arrange & tranſporte les cieux à ſon gré, ſelon les différents ſyſtêmes qu'il y établit.

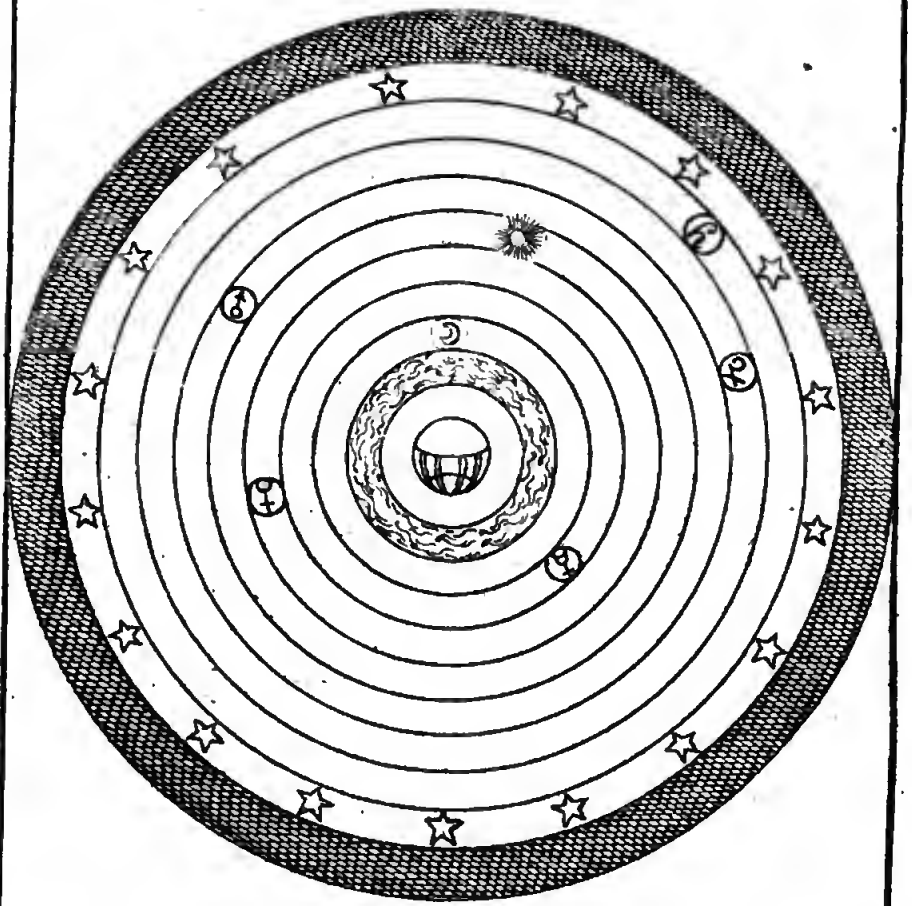
Celui qui a été ſuivi par le plus grand nombre d'Aſtronomes, & pendant la plus longue ſuite des ſiécles, eſt le ſyſtême de Ptolémée ; & quoiqu'il ſoit aujourd'hui détruit ſans reſſource, il eſt néceſſaire de l'expliquer ici, puiſque c'eſt Syſtême de Ptolémée.

une des parties des plus célébres de la ſcience aſtronomique.

Ptolémée plaçoit dans le centre de l'univers, le globe compoſé de terre & d'eau que nous habitons. L'air enveloppe ce globe, & au-deſſus de l'air Ptolémée avoit imaginé une ſphére de feu. Au-deſſus de la ſphére de feu, il avoit établi toutes les Planétes, au-delà deſquelles il mettoit les étoiles fixes, qu'il prétendoit être emportées touts les jours d'Orient en Occident par le mouvement du premier mobile, & il ſuppoſoit que les Planétes, outre le mouvement commun & général du premier mobile qui les entrainoit en vingt-quatre heures autour de la terre, avoient un mouvement propre & même contraire, ſuivant lequel elles tournoient autour de la terre d'Occident en Orient, achevant leurs révolutions dans des eſpaces de tems differents, non par une ligne paralléle à l'équateur de la terre, mais en biaiſant, & en décrivant une eſpéce d'écharpe autour du globe terreſtre.

La ſphére de la lune placée immédiatement au-deſſus de l'élément du feu, & dans la région la plus voiſine de la terre, décrivoit autour d'elle le plus petit cercle de touts ceux des Planétes, en vingt-ſept jours, ſept heures & 43. mi-

T. V. Pl. 9. vis-a-vis la p. 567.



NAPOLI

nutes. Au-deſſus de la lune Mercure dans le 2. ciel, Venus que les Anciens appelloient auſſi (1) Lucifer & phoſphore, dans le 3. & le ſoleil dans le 4. tournoient autour de la terre en un pareil eſpace de tems, qui eſt de 365. jours 5. heures & 49. minutes. Mais comme les deux Planétes de Mercure & de Venus obſervées à l'égard du ſoleil ſont quelquefois directes (2), quelquefois ſtationnaires, & quelquefois rétrogrades, & que leur globe paroît quelquefois plus petit & quelquefois plus grand, il a fallu pour expliquer ces apparences, inventer des épicycles, qui ont ſoutenu pendant longtems ce ſyſtême. Les ſectateurs de Ptolémée prétendoient que ces Planétes, outre le mouvement général qui les emportoit en 24. heures d'Orient en Occident, & la

(1) *Cicéron dit néanmoins, que Venus eſt des cinq planétes la plus proche de la terre;* Infima eſt quinque errantium, terræque proxima ſtella maris, quæ φώσφορος Græcè, latinè lucifer dicitur, cum antegreditur ſolem, cum ſubſequitur autem, Heſperos. *Cic. de nat. deor. lib.* 2.

(2) *On dit que les planétes ſont directes, lorſqu'elles paroiſſent devancer le ſoleil dans l'écliptique, de l'Occident vers l'Orient, ſuivant l'ordre des ſignes du zodiaque: Stationnaires, quand elles ſemblent s'arréter dans le même endroit du ciel; Retrogrades, lorſque par comparaiſon au progrès du ſoleil, elles paroiſſent reculer vers l'Occident.*

révolution annuelle qui leur faiſoit parcourir l'écliptique, avoient un troiſiéme mouvement ſuivant lequel elles décrivoient un épicycle (1), c'eſt-à-dire, un cercle autour du centre de leur ciel, ou de leur ſphére, le globe de la Planéte tournant d'Occident en Orient, autour du centre de l'épicycle, pendant que le centre de l'épicycle lui-même étoit emporté auſſi d'Occident en Orient.

PL. 3. FIG. 2.

Le ſoleil tourne environ en 24. heures autour de la terre, par un mouvement commun avec celui du premier mobile ou de toute la ſphére, & il a ſon mouvement propre & annuel d'Occident en Orient, par lequel il parcourt journellement un degré (2) preſque entier de l'écliptique, en allant d'un tropique à l'autre, & traçant dans chaque révolution diurne un cercle, non pas entiérement paralléle à l'équateur, mais un peu oblique en forme de vis ou de ligne ſpirale. S'il parcouroit un degré entier, le nombre en étant fixé, comme dans tou

t

(1) *Epicycle eſt un mot grec, qui ſignifie un cercle ajouté à un autre cercle. Dans le ſyſtême de Ptolémée, l'épicycle tournoit autour de ſon centre, dans la circonférence d'un autre plus grand cercle appellé par cette raiſon déférent.*

(2) *Chaque ſigne du Zodiaque eſt partagé en trente degrés; le degré en ſoixante minutes; la minute en ſoixante ſecondes, &c.*

cercle, à 360. l'année ſolaire ſeroit de 360. jours, au lieu qu'elle eſt de 365. jours, 5. heures & environ 49. minutes.

Ptolémée dans le 5. ciel plaçoit Mars qui achéve ſa révolution en un an trois cents vingt & un jours, & dix-huit heures; dans le 6. ciel, la ſphére de Jupiter, appellé auſſi Phaëton par les Anciens, qui emploïe 11. ans, & 226. jours a parcourir ſon orbite; il aſſignoit la 7. ſphére à Saturne, qui ne fournit ſa carriére qu'en vingt-neuf ans, & cent cinquante & un jours; au-deſſus de toutes les Planétes il mettoit le ciel des étoiles fixes, auxquelles il attribuoit le mouvement commun d'Orient en Occident en 24. heures d'une rapidité inconcevable dans l'étenduë prodigieuſe de leur cercle; & il leur donnoit encore un mouvement propre d'Occident en Orient, d'un degré en 100. ans dans leur orbite, en ſorte que la révolution propre des fixes devoit ne s'achever qu'en trente-ſix mille ans ou environ.

Au-deſſus de toutes ces ſphéres, Ptolémée avoit imaginé un premier mobile, qui donnoit le branle à toute la machine, pour l'emporter touts les jours d'Orient en Occident, & contre la rapidité duquel chaque ciel des Planétes & celui des étoiles fixes faiſoit un effort, qui

étoit le principe de ſon mouvement propre d'Occident en Orient.

On objecte à ce ſyſtême que les Planétes de Mercure & de Venus ſont quelquefois directes, quelquefois ſtationnaires & quelquefois rétrogrades ; que leur globe paroît tantôt beaucoup plus grand, tantôt beaucoup plus petit, & que quoique ces Planétes aïent une (1) moindre orbite à parcourir que le ſoleil qui eſt plus éloigné qu'elles de la terre, elles emploient néanmoins autant de tems que le ſoleil à achever leurs révolutions.

Pour ſe tirer de ces difficultés, & ne pas demeurer ſans replique au ſujet de ces apparences, les Ptolémiſtes diſoient que Mercure & Venus avoient dans leur propre ſphére un épicycle, autour duquel, comme il a été dit, leur globe étoit porté, & dont le centre étoit au milieu de leur ciel, en ſorte que le globe faiſant un tour particulier à l'entour de cet épicycle, il ſe trouvoit tantôt au bas de ſon ciel, & beaucoup plus près de la

(1) *Mercure ne s'éloigne jamais du ſoleil de plus de 28. degrés, Venus de plus de 48. C'eſt une ſingularité de Mercure, que dans le périgée, il nous paroit plus petit que dans l'apogée, parce que dans le périgée, il n'eſt point éclairé de notre côté ; au lieu que dans l'apogée, la partie de ſon diſque qui nous regarde étant entiérement éclairé du ſoleil, elle ſe remarque bien plus facilement.*

terre, dans le périgée, tantôt au haut de ſon ciel, & dans un plus grand éloignement de la terre, dans l'apogée, & tantôt à droite ou à gauche dans une moïenne élévation, c'eſt-à-dire au milieu de ſon ciel; & qu'ainſi la Planéte étoit directe, lorſque ſon mouvement dans l'épicycle concouroit avec le mouvement que ce globe faiſoit dans ſon orbite autour de la terre; que la Planéte étoit rétrograde, lorſque le mouvement autour de la terre & le mouvement autour de l'épicycle étoient oppoſés; & qu'elle étoit ſtationnaire, quand ſa ſituation dans ſon épicycle & dans ſon orbite autour de la terre, ſe rencontroit dans une ligne perpendiculaire par rapport à la terre & au ſoleil.

C'étoit une ancienne opinion qu'il n'en étoit pas des Aſtres & des Planétes ainſi que des oiſeaux & des poiſſons, qui volent ou qui nagent librement dans l'air ou dans l'eau; mais que ces ſphéres étoient attachées à des cercles ſolides qui entouroient la terre, & qui comme autant de roues les faiſoient tourner autour. Et quoiqu'Eudoxe, Callippe, Ariſtote, pour expliquer les divers mouvements des Planétes, aſſignaſſent pluſieurs cercles à chaque aſtre, ils ſuppoſoient cependant touts ces cercles concentri-

ques à la terre, & ils penſoient que chaque Planéte étoit toujours portée à une égale diſtance. Mais Hipparque aïant découvert que les Planétes étoient tantôt plus haut & tantôt plus bas, on s'aviſa
PL. 3. FIG. 2. d'attribuer à chaque Planéte une ſphére concentrique & d'une épaiſſeur aſſez conſidérable pour pouvoir, en la creuſant, introduire entre ſa ſuperficie concave & convexe des orbites excentriques & des épicycles, de ſorte que les Planétes y étant adhérentes, paruſſent tantôt plus & tantôt moins élevées au-deſſus de la terre. Ces excentricités (1) & ces épicycles étoient la baſe du ſyſtême de Ptolémée, dans lequel chaque Planéte ne tournoit pas centralement autour de la terre, mais autour d'un centre de mouvement placé hors de la terre, & ſa révolution ſe faiſoit de maniére, que d'un côté elle raſoit le bas de l'épaiſſeur de ſon ciel, & de l'autre elle en raſoit le haut.

Mais cette réponſe n'étoit pas ſatisfaiſante, parce que la différence des grandeurs apparentes du diſque des Planétes fait connoître, par les régles de l'optique, une ſi prodigieuſe différence

(1) *Les proportions de toutes ces excentricités des planetes, & leurs raiſons réciproques ſont calculées par Alfragan. Element. Aſtron. c.* 16.

d'éloignement de la terre, dans leurs apſides, qu'il n'eſt pas poſſible que le ciel de chaque Planéte eût une épaiſſeur qui ſuffît à cette différence. L'orbite de Mars, par exemple, eſt ſi excentrique que la diſtance de ſon périhélie à ſon aphélie égale preſque la diſtance de Venus à la terre.

Ce ſont touts ces embarras, & ces confuſions d'épicycles & d'excentricités, qui ont fait proférer à Alphonſe X. Roi de Caſtille & de Léon, cette parole téméraire & impie, *que ſi Dieu l'eût appellé à ſon conſeil, lorſqu'il créa le monde, il lui eût donné de bons avis, pour y faire bien des changements, & le conſtruire d'une maniére plus ſimple & mieux entenduë.* *Lipſ. monit. & exempl. polit. lib. 1. c. 4.*

Fracaſtor, qui ſuivoit le ſyſtême de Ptolémée, dit dans l'ouvrage qu'il a intitulé *les homocentriques*, que rien n'eſt ſi monſtrueux & ſi mal imaginé que touts ces cercles excentriques, & touts ces épicycles des Ptolémiſtes, & que la nature réclame contre. Il prétendoit rendre raiſon de la viteſſe & de la lenteur des Planétes, & de ce qu'elles paroiſſent quelquefois s'arrêter, aïant très-peu de mouvement, parce que la matiére dans laquelle elles nagent, étant en certains endroits plus rare & en d'autres plus épaiſſe, ces globes trouvent plus ou moins *Homo-Centric. ſect. 2. c. 20.*

de facilité dans leur route. Il ſoutenoit auſſi que la différente qualité de cette matiére éthérée, qui nous tranſmet la viſion des globes des Planétes, eſt le principe de la différente apparence de la grandeur de leurs diſques ; la repréſentation des objets étant groſſie par la réfraction des raions au travers d'une matiére plus épaiſſe, de même qu'un corps au fond de l'eau paroît plus grand, que s'il eſt à la ſuperficie. Cette ſolution de Fracaſtor eſt incomparablement plus ſimple que celle des autres Ptolémiſtes, mais eſt-elle plus vraiſemblable ? comment ſuppoſer gratuitement & dans la même région, une ſi grande différence de la matiére éthérée ?

Homo-Centric. ſect. 2. c. 8.

Objection ſans réponſe tirée des phaſes de Venus.

Enfin la plus forte objection contre le ſyſtême de Ptolémée, & à laquelle il n'eſt pas poſſible de répondre, ſe tire des phaſes différentes de la Planéte de Venus, qui a, comme la lune, ſon plein, ſon défaut & ſes croiſſants, en même-tems que ſon diſque, dans la conjonction avec le ſoleil, nous paroît beaucoup plus grand parce qu'elle eſt alors dans ſon périgée, & que ſon apogée dans l'oppoſition nous le fait paroître beaucoup plus petit. Tout ſyſtême, où le ſoleil n'eſt pas le centre de la révolution de Venus, eſt donc inſoutenable. Si Venus étoit

toujours inférieure au ſoleil elle ne ſeroit pas plus illuminée dans ſon apogée au haut de ſon épicycle, que dans ſon périgée, au bas de ce même épicycle, puiſque dans l'une & dans l'autre ſituation, où nous la voïons ſortir des raïons du ſoleil, ſi elle paſſoit toujours au-deſſous de cette aſtre, elle ne préſenteroit à nos yeux qu'un croiſſant, comme la lune, lorſqu'elle commence à paroître au ſortir de la conjonction. *On reprochoit autrefois à Copernic, que dans ſon ſyſtême, ces phaſes devoient paroître, & l'on concluoit que ſon ſyſtême étoit faux, parce qu'on ne les appercevoit pas. Si Venus & Mercure, lui diſoit-on, tournent autour du ſoleil, & que nous tournions dans un plus grand cercle, nous devons voir Mercure & Venus tantôt pleins, tantôt en croiſſant &c. Mais c'eſt ce que nous ne voïons pas. C'eſt pourtant ce qui arrive, leur diſoit Copernic, & c'eſt ce que vous verrez, ſi vous trouvez jamais un moïen de perfectionner votre vûë. L'invention des téleſcopes & les obſervations de Galilée ſervirent bientôt à accomplir la prédiction.* *M. de Volt. Elém. de la phil. de Newt. c. 23.*

Long-tems avant Copernic, Héraclide de Pont & Vitruve (1) avoient remarqué que Venus doit tourner autour du

(1) Mercurii autem & Veneris ſtellæ circùm ſolis radios, ſolem ipſum uti centrum itineri-

Calcid. in Tim. Plat.

soleil, puisqu'il est évident qu'elle est tantôt au-dessus & tantôt au-dessous de cet astre : & vraisemblablement Pythagore s'en étoit apperçu. Les phases qui s'observent dans Venus doivent être les mêmes dans Mercure, quoiqu'elles y soient à peine sensibles par sa proximité du soleil, dans les raïons duquel il est presque toujours submergé.

Gassend. præf. ad vitam Tych.

L'observation des phases de Venus a fait rejetter par une conséquence invincible le systême de Ptolémée, qui mérite peu les regrets des Astronomes, à cause de l'extrême confusion qui y régnoit.

Systême de Copernic.

Copernic s'étant assuré que Venus & Mercure tournoient autour du soleil, sçavoir Mercure plus près de cet astre, & Venus par un cercle plus éloigné, il se persuada qu'il étoit également certain que le globe de la terre, & ceux de Mars, de Jupiter & de Saturne, tournoient aussi autour du soleil, puisqu'ils sont d'une même nature que Venus &

bus coronantes, regressus retrorsùm & retardationes faciunt. Etiàm stationibus, propter eam circinationem, morantur in spatiis signorum. Id autem ità esse maximè cognoscitur ex Veneris stellâ, quòd ea cùm solem sequatur, post occasum ejus in cœlo clarissimèque lucens vesperago vocitatur; aliis autem temporibus, cùm antecurrens & oriens ante lucem, lucifer appellatur. *Vitruv. lib. 9. de architecturâ, c. 4.*

Mercure,

Mercure, & qu'on obſerve dans les diſques de Mars, de Jupiter & de Saturne de ſi grandes variations d'apparence de grandeurs. Les taches du ſoleil (1) ne nous ont pas ſeulement appris que le ſoleil tourne autour de ſon centre, mais elles ont encore donné lieu de découvrir ſur quel axe ſe fait ce mouvement, quelle eſt la poſition (2) & l'angle de cet axe ſur

(1) *Le 21. Décembre 1719. à midi, on vit paſſer par le milieu du diſque du ſoleil une tache, qui fut trouvée plus de quatre fois plus groſſe que la terre. Hiſt. de l'Acad. ann. 1720. En 1714. on en avoit obſervé une, qui pouvoit être 125. fois plus groſſe que la terre. Hiſt. de l'Acad. ann. 1714. & 1719. En 1706. il parut un amas de taches, dont la maſſe entiére, ſi on la ſuppoſe ſphérique, devoit être dix-ſept cents vingt-huit fois plus groſſe que la terre. Hiſt. de l'Acad. ann. 1706. On a reconnu, par la variété des apparences que les taches forment ſur le diſque du ſoleil, où elles paroiſſent larges vers le milieu de ce diſque & étroites vers les bords, qu'elles étoient adhérentes à ſa ſurface, & qu'ainſi le mouvement qu'on y appercevoit, devoit s'attribuer à celui du ſoleil autour de ſon axe. Mémoir. de l'Acad. ann. 1734. p. 110.*

(1) *Le ſoleil tourne ſur ſon axe, à l'égard de la terre, en 27. jours & 9. ou 10. heures, & à l'égard des étoiles fixes en 25. jours & demi. L'axe de la révolution eſt incliné ſur l'écliptique de 7. dégrés & demi, & demeure toujours pointé vers les mêmes étoiles; le pôle Boréal du ſoleil ſe rapporte au huitiéme degré des poiſſons, & le pôle Auſtral au huitiéme de la Vierge. Les nœuds de*

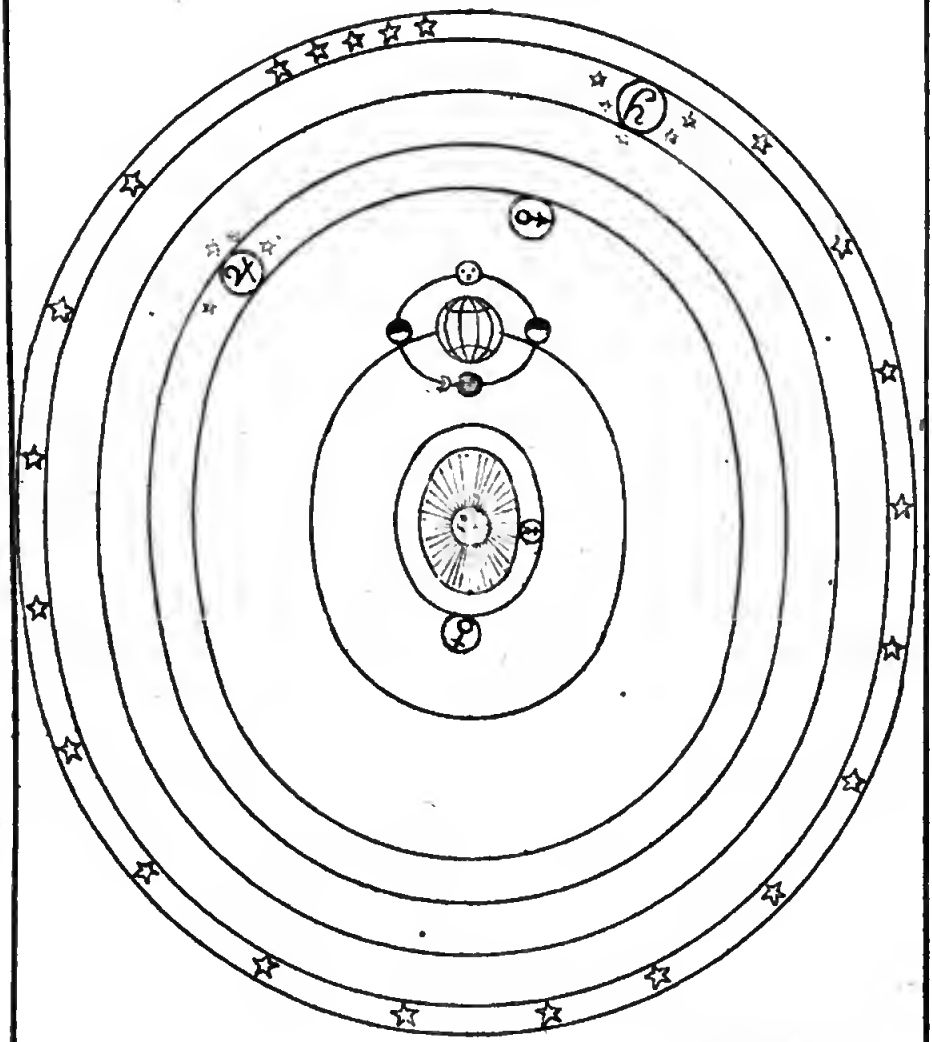
le plan de l'écliptique : *ce qui bien conſidéré*, dit M. de Fontenelle, *eſt peut-être la plus étonnante détermination que l'audace de l'Aſtronomie ait pû entreprendre.* Le ſoleil, ce globe vaſte & enflammé imprime à la matiére qui l'environne, un mouvement qui eſt la ſource des révolutions elliptiques des Planétes autour de ce foyer commun. C'eſt là un premier mobile phyſique (1) fondé ſur un méchaniſme réel, & bien différent de ce premier mobile de Ptolémée, placé au-delà du ciel des étoiles fixes, qu'il n'avoit tiré que de ſon imagination, & du beſoin qu'il en avoit.

Dans le cercle le plus proche du ſoleil, Copernic a placé Mercure, qui acheve ſa révolution en 88. jours. Malgré l'uſage des téleſcopes, perfectionnés depuis le commencement du dernier ſiécle, Mercure paroît rarement, parce qu'il eſt toujours comme abſorbé par la lumiére du ſoleil. C'eſt à proportion la plus excentrique des Planétes, la diſtance de ſon périhélie à ſon aphélie étant

l'équateur du ſoleil & de l'écliptique ſont au dixiéme degré des jumeaux & à l'oppoſite.

(1) In ſole poſuit tabernaculum ſuum. *Pſalm.* 18. *Ne ſemble-t-il pas que le Prophéte-Roi nous a indiqué que le globe, où le Seigneur a établi ſon tabernacle, doit occuper le centre du monde?*

T. V. Pl. 10. vis-à-vis la p. 578.



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE
NAPOLI

un peu plus de la moitié de la diſtance de ſon périhélie au ſoleil. On n'a pû découvrir le mouvement de Mercure ſur ſon axe.

Après Mercure, Copernic place Venus, qui décrit ſon cercle autour du ſoleil en deux cents vingt-quatre jours & ſept heures. Kircher a cru que Venus tourne ſur ſon axe en 14. heures; ſuivant le ſentiment de Caſſini cette révolution s'achéve en vingt-trois heures ou environ; mais ſuivant Bianchini en 24. jours & huit heures ſeulement.

Les Planétes paroiſſent directes, ou ſtationnaires, ou rétrogrades, ſuivant l'inégalité de leurs viteſſes comparées à celle de la terre. Si la terre ſuit une autre Planéte dans l'ordre des ſignes du Zodiaque, d'Occident en Orient, la Planéte eſt directe; la terre atteint-elle une Planéte? la Planéte paroît ſtationnaire, parce que l'œil la rapporte pendant quelque tems au même endroit; la terre précéde-t-elle la Planéte? les yeux rapportent la Planéte à un endroit plus reculé du ciel, & elle ſemble rétrograder. Le ſoleil eſt le lieu d'où les Planétes paroîtroient ſuivre des routes faciles à obſerver; & l'Aſtronomie y ſeroit dégagée de touts les embarras des ſecondes inégalités.

Les deux mouvements de la terre, le diurne & l'annuel se font l'un & l'autre d'Occident en Orient : le globe terrestre en tournant sur son axe, avance dans l'écliptique, comme une boule qui tourne sur elle-même, avance dans une allée.

L'atmosphére ou le tourbillon particulier, qui suit le mouvement du globe terrestre, rencontrant la lune, la fait tourner en 27. jours, 7. heures, & 43. minutes, espace de tems qui répond à la durée de sa révoluton périodique autour de la terre : & le mouvement synodique (1) de la lune ne recommence à partir du même point avec la terre, qu'après vingt-neuf jours douze heures & 44. minutes. Car pendant que la lune a fait sa révolution périodique, ou qu'elle est revenuë au point du ciel d'où elle étoit partie, la Terre a parcouru 27. degrés environ du Zodiaque de l'Occident à l'Orient, puisque la Terre avance presque d'un degré par jour. Et pour que la lune acheve de parcourir ces 27. degrés, qu'elle rejoigne la Terre, & se retrouve en conjonction entre le soleil & la Terre, il faut plus de deux jours, car la lune n'avance environ que de treize degrés par

(1) *Synodique signifie en Grec, tenant une même route.*

jour. C'eſt ce mouvement ſynodique de la lune, qui fait la meſure des eſpaces de tems partagés en mois.

Cette révolution ſynodique raméne ce que nous appellons *les lunaiſons* diviſées en quatre quartiers. Le premier commence au point de la conjonction avec le ſoleil, qui pour lors illumine l'hémiſphére de cet aſtre que nous ne voïons point, en ſorte que la lune eſt entiérement ténébreuſe pour nous. Lorſqu'elle quitte la ligne perpendiculaire du ſoleil, il ſe découvre d'abord une petite partie convexe, qui forme le croiſſant, & la lune préſentant peu à peu ſon autre hémiſphére au ſoleil, à meſure qu'elle s'en éloigne, la moitié de cet hémiſphére qui eſt tournée vers nous, eſt illuminée au bout d'un peu plus de ſept jours. C'eſt ce qu'on appelle ſon premier quartier, auquel commence la ſeconde phaſe. De-là s'éloignant toujours du ſoleil, & s'illuminant de plus en plus du côté qu'elle nous préſente, elle arrive au plein, lorſqu'étant en oppoſition du ſoleil, tout l'hémiſphére qui eſt tourné vers la terre, nous renvoie les raïons du ſoleil, d'où ſe rapprochant, & lui préſentant inſenſiblement le côté que nous ne voïons point, elle diminuë de lumiére, juſqu'à ce qu'en aïant perdu la moitié, elle entre en ſon

dernier quartier, pendant lequel la partie illuminée diminuë toujours, juſqu'à ſon entier obſcurciſſement dans une nouvelle conjonction. Dans toute cette révolution ſynodique la lune avance chaque jour de 13. degrés, 10. minutes, 51. ſecondes. L'orbite, que la lune décrit autour de la terre, eſt inclinée de 5. degrés ſur le plan de l'écliptique. L'interſection de l'orbite de la lune & de l'écliptique ou leurs nœuds, qu'on appelle auſſi nœuds de la lune, changent & répondent toujours à différentes étoiles fixes, & ne reviennent aux mêmes qu'au bout de dix-huit ans & ſept mois.

On ne doit pas attribuer à la lune, comme pluſieurs Phyſiciens, un mouvement beaucoup plus lent que n'eſt celui de la matiére éthérée qui l'emporte : car un mobile entrainé par un courant doit à la longue circuler à peu près auſſi vite que le fluide qui l'entraine. La lune parcourt dans ſa révolution périodique, une orbite 60. fois plus étenduë que le tour de l'équateur terreſtre ſur ſon axe. Ainſi elle a réellement une viteſſe plus que doublé de la viteſſe de la terre, puiſqu'en moins de 30. jours elle fait 60. plus de chemin. La cauſe méchanique de cette augmentation de viteſſe, comme nous l'expliquerons encore, eſt que la circu-

lation centrale n'eſt pas dans toute ſa force ſur la circonférence du globe terreſtre, ni auprès de ce globe; & que la terre achevant pluſieurs de ſes révolutions pendant que la lune en fait une ſeule, l'activité du centre réïtére près de 30. fois ſes impreſſions ſur la lune & ſur la couche où elle eſt ſuſpenduë.

La lune paroît décrire tous les jours un cercle preſqu'entier d'Orient en Occident, quoiqu'elle ne ſe meuve en effet que d'Occident en Orient. Elle parcourt le Zodiaque en 27. jours, 7. heures, & 43. minutes autour de la terre, & elle n'achéve ſa révolution autour du ſoleil qu'en une année avec la terre. Comme la terre a bien plutôt tourné ſur ſon axe que la lune dans ſon orbite, car un point de l'équateur terreſtre répond par ſa révolution diurne aux douze ſignes de l'écliptique, au lieu que le raïon vecteur de la lune parcourt ſeulement environ 13. degrés d'un ſigne, dans le même tems, la terre laiſſe derriére elle la lune qui nous ſemble tendre vers le côté oppoſé, ſçavoir vers l'Occident : de même que le ſoleil, qui ne quitte point un des foyers de l'ellipſe générale, & qui eſt immobile à notre égard, nous paroît avancer dans l'écliptique près d'un degré chaque

jour, tandis que nous y avançons nous-mêmes de cet espace.

Baliani, noble Genois, a soutenu vers le milieu du dix-septiéme siécle que c'est la terre qui tourne autour de la lune, & que par conséquent c'est la terre qui est satellite de la lune. Don Jacque Alexandre Bénédictin a renouvellé ce sentiment depuis peu dans une dissertation sur le flux & reflux de la mer, qui a remporté le prix dans l'Académie de Bourdeaux. M. de Mairan a réfuté cette hypothése.

Hist. de l'Acad des Scienc. ann. 1727. & Mém. p. 63.

Au-dessus du cercle de la terre, est placé celui de Mars, qui aïant un plus grand espace à parcourir, n'achéve sa révolution autour du soleil, qu'en un an, trois cents vingt-un jours & dix-huit heures. Sa révolution sur son axe se fait en 24. heures & 40. minutes. Cassini observa le premier en 1666. les taches de Mars & sa révolution sur son axe. Il enferme dans son cercle la terre & le soleil, en sorte que quand il est en opposition du soleil, la terre se trouve entre deux; au lieu que Mars étant en conjonction, ou le soleil étant entre-deux, alors il y a entre Mars & la terre, tout l'espace qui est entre Mars & le soleil, & de plus celui qui est entre le soleil & la terre; & cette grande augmentation d'éloigne-

ment explique très-naturellement la différence des grandeurs apparentes du diſque de Mars. Dans les oppoſitions au ſoleil, il paroît ſi gros & ſi éclairé, qu'on l'a pris quelquefois pour une nouvelle étoile.

Une autre raiſon très-forte pour le ſyſtême de Copernic, c'eſt que les révolutions des Planétes ſont inégales entr'elles, ſelon leurs diſtances du ſoleil. Cet ordre s'obſerve même entre les petites Planétes, qui tournent autour d'une grande. Leurs diſtances inégales à l'égard de la terre, leurs différentes groſſeurs, leurs différentes ſolidités, la différente viteſſe de leurs tourbillons devroient donc produire des différences dans leur prétendu mouvement journalier autour de la terre, auſſi-bien que dans touts les autres mouvements. Et les étoiles fixes ſi prodigieuſement éloignées de nous devroient-elles tourner en vingt-quatre heures, comme la lune qui en eſt ſi proche? Les régles de Képler dont nous parlerons bientôt ne peuvent ſe concilier avec aucune autre hypothéſe, que celle qui prend le ſoleil pour le foyer général de toutes les ellipſes. *Pluralité des mond. 6. ſoir.*

Enfin comment ſuppoſer, que les cométes, qui tiennent des routes ſi peu connuës, & qui ont des viteſſes ſi iné-

gales, tournent réguliérement autour de la terre en 24. heures ? N'eſt-ce pas une preuve évidente, que c'eſt la terre qui tourne elle-même ſur ſon centre ?

Jupiter au-delà de Mars ne fait ſa révolution autour du ſoleil, qu'en onze ans, & deux cents vingt-ſix jours. Jupiter tourne ſur ſon axe en 9. heures & 56. minutes. Il entraine avec lui quatre (1) planétes moindres, nommées ſes ſatellites. Celui de ces ſatellites qui eſt le plus plus proche de Jupiter fait ſa révolution autour de cette planéte en un jour, dix-huit heures, & vingt-neuf minutes ou environ : le ſecond ſatellite en trois jours, treize heures, & dix-huit minutes : le troiſiéme en ſept jours, & quatre heures : le quatriéme en ſeize jours, dix-huit heures, & cinq minutes. On prétend qu'il ne ſe paſſe aucun jour, qu'il n'y ait quelque éclipſe parmi les ſatellites de Jupiter. Ces éclipſes ſont très-utiles pour régler la préciſion des longitudes.

M. Godin, connoiſſ. des tems.

M. Derham, théol. aſtron. p. 86.

Les ſatellites de Jupiter décrivent une orbite plus ou moins étenduë, mais ſemblable à l'obliquité de notre zodiaque.

(1) *Galilée découvrit en* 1610. *les quatre ſatellites de Jupiter : des cinq ſatellites de Saturne, Caſſini a découvert les trois premiers & le cinquiéme en* 1671. 1672. *&* 1684. *Le quatriéme avoit été découvert par Huguens en* 1655.

Quel ſujet de l'admiration la plus profonde, qu'une ſeule & même loi de mouvement(1)s'obſerve dans des corps ſi prodigieuſement éloignés, & qui ſemblent n'avoir ni correſpondance ni dépendance entr'eux !

Saturne parcourt un cercle ſi éloigné, qu'il ne l'achéve qu'en l'eſpace de vingt-neuf ans, & cent cinquante & un jours. Les pôles de Saturne ont leur jour & leur nuit d'un peu moins de quinze années.

On voit quelquefois autour de Saturne, un anneau circulaire, qui paroit & diſparoit de tems en tems. M. Caſſini croit que c'eſt un amas de ſatellites diſpoſés à peu près ſur le même plan. *Elém. d'aſtron. liv. 4.*

Les téleſcopes font appercevoir cinq ſatellites diſtincts autour de Saturne. Le premier fait ſa révolution autour de cette planete en un jour, 21. heures & 18.

(1) Ut ſi quis in domum aliquam, aut in gymnaſium, aut in forum venerit, cùm videat omnium rerum rationem, modum, diſciplinam, non poſſit ea ſine causâ fieri judicare, ſed eſſe aliquem intelligat qui præſit & cui pareatur: multo magis in tantis motionibus tantiſque viciſſitudinibus, tam multarum rerum atque tantarum ordinibus, in quibus nihil unquàm immenſa & infinita vetuſtas mentita ſit, ſtatuat neceſſe eſt ab aliquâ mente tantos naturæ motus gubernari. *Cic. de nat. deor. lib.* 2.

M. Godin, connoiſſ. des tems.

minutes ; le ſecond en deux jours, 17. heures & 41. minutes ; le troiſiéme en 4. jours, 12. heures & 25. minutes ; le quatriéme en 15. jours, 22. heures & 41. minutes ; le cinquiéme en 79. jours, 7. heures & 47. minutes.

Saturne eſt à une ſi grande diſtance qu'on n'a pas pu remarquer ſa révolution ſur ſon axe ; mais le méchaniſme & l'analogie des autres Planétes ne permettent pas de douter qu'il n'en ait une.

Si l'on compare les deux ſyſtêmes de Ptolémée & de Copernic, on avouera malgré la prévention qui incline pour le repos de la Terre, que c'eſt bien plutôt à la Terre à tourner autour du ſoleil, dont elle tire le mouvement, la lumiére & la fécondité : au lieu que le ſyſtême de Ptolémée eſt ſemblable à la deſcription qu'un homme feroit de la maniére dont une perdrix rotit, en diſant que la cheminée & même toute la maiſon tourne autour de cette perdrix.

En effet n'eſt-ce pas une choſe incompréhenſible, que toute cette maſſe immenſe du ciel, ces globes innombrables, incomparablement plus grands que la terre, tournent autour de cette terre, & d'un mouvement dont la rapidité eſt inconcevable, au lieu que dans le ſyſtême Copernicien, la terre par ſon mouve-

ment journalier ſur ſon axe, ne fait que ſix lieuës, ou environ, en une minute : mouvement dont la viteſſe eſt à celle d'un boulet de canon environ comme deux & un tiers à un, & eſt à celle du ſon, environ comme quatre à trois.

La terre, dans le plus grand cercle de ſa ſphére, n'a qu'un tour à achever d'environ neuf mille lieuës des 25. au degré. Paris ſitué au 48. degré 50. minutes de latitude ne décrit qu'un cercle à peu près de cinq mille neuf cents de ces lieuës : ce qui revient par heure environ à deux cents quarante-ſix lieuës, & à peu près à quatre lieuës par minute ; au lieu que les étoiles fixes les plus proches auroient à parcourir en un jour plus de vingt-ſept mille ſix cents ſoixante fois deux cents millions de lieuës.

Le globe terreſtre en tournant 365. fois ſur ſon axe, achéve de parcourir l'écliptique ou l'orbite annuelle autour du ſoleil, par un mouvement dont la rapidité ne ſurpaſſe qu'environ ſoixante fois la viteſſe du mouvement journalier.

Les objections fondées ſur la peſanteur de la terre, & ſur les apparences de ſon repos ne ſont d'aucune conſidération pour un Phyſicien. La terre priſe dans toute ſa maſſe, ſuſpenduë en équilibre dans un fluide, & aïant en elle-même le

Objections contre le ſyſtême de Copernic.

centre de ſa révolution, n'a aucune peſanteur ; elle eſt de la nature des autres planétes qui ſe meuvent inconteſtablement, & dans touts les ſyſtêmes imaginables. On fait cent lieuës en 24. heures dans un vaiſſeau ſans s'en appercevoir. Pourquoi ne pourroit-on pas faire inſenſiblement neuf mille lieuës avec la terre ? On ne ceſſe pas de voir les mêmes objets : touts les corps qui nous entourent à de très-grandes diſtances ſont les mêmes. Il n'eſt donc pas difficile de concevoir qu'on puiſſe faire chaque jour tranquillement & d'une maniére imperceptible, non-ſeulement neuf mille lieuës autour de l'axe de la terre, mais plus de cinq cents quarante mille lieuës autour du ſoleil.

Entret. phyſ. t. 4. entr. 12.

On oppoſe au ſyſtême de Copernic que ſi la terre étoit emportée d'Occident en Orient, un boulet de canon porteroit beaucoup plus loin, étant pointé vers l'Occident ; que les oiſeaux feroient beaucoup plus de chemin en tirant au couchant, & qu'il en arriveroit de même de touts les autres mouvements qui ſe font en l'air & au-deſſus de la ſurface de la terre, parce que le progrès du mouvement du boulet de canon, & le progrès du vol de l'oiſeau ſeroient augmentés de tout le progrès du chemin

Buchanan. lib. 1. de ſphær. Ricciol. lib. 9. Almag. ſect. 4. c. 21.

que la terre fait en même-tems ſur ſon axe & dans l'écliptique. On ajoute que les corps jettés en l'air ne pourroient pas retomber en ligne directe : comme ſi en courant à toute bride ſur un cheval, vous jettiez une bale très-haut en l'air, vous ne pourriez pas la recevoir dans la main, & elle retomberoit bien loin derriére vous. *Ricciol. lib. 1. aſtron. reform. append. ad c. 17.*

Les Copernicíens répondent que le globe de la terre emportant & faiſant mouvoir avec ſoi une grande ſphére de l'air qui l'environne, cet air imprime l'activité de ſon mouvement aux corps qu'il renferme, & qui le ſuivent par un mouvement conforme à celui de toute la maſſe : que les corps jettés en l'air obéiſſent à cette impulſion générale, qui conſerve exactement la perpendicularité de leur chute, à moins que quelque cauſe étrangére ne la dérange ; comme un vent médiocre qui empêcheroit une fléche tirée en l'air de retomber en ligne directe. C'eſt ainſi que lorſqu'un vaiſſeau vogue à pleines voiles, ſi du haut du mât l'on abandonne une pierre à elle-même, elle tombe préciſément au pié de ce mât, quoique pendant le tems de la chute, il ait avancé avec le vaiſſeau d'un aſſez long trajet : & cette pierre paroîtra à touts ceux qui ſont dans le vaiſſeau ſuivre une

ligne droite, tandis que du rivage on la voit décrire, en effet, une ligne courbe. La même objection ſe retourne en diſant, que l'air entrainé par le mouvement journalier de la terre d'Occident en Orient, devroit cauſer un obſtacle très-difficile à ſurmonter pour les corps qu'on voudroit mouvoir dans un ſens contraire: & qu'ainſi le canon porteroit moins loin lorſqu'il ſeroit pointé vers l'Occident, & que l'oiſeau avanceroit moins en volant vers le couchant, ce qn'on n'éprouve pas.

Il eſt aiſé de répondre que le mouvement de l'atmoſphére entraïnée par la terre, n'ôte point à l'air ſa fluidité naturelle, & la facilité avec laquelle il céde à l'impulſion des corps ſolides : que la différence de la mobilité des corps vers l'Orient ou vers l'Occident ne peut être ſenſible, de même que dans un vaiſſeau (1) qui avance fort vite, mais d'un mouvement uniforme, ſi vous vous enfermez dans une chambre, en ſorte que l'air extérieur ne s'y faſſe pas ſentir, vous ne vous appercevrez pas qu'nn corps pouſſé vers la pouppe du vaiſſeau, avec une force très-médiocre, aille moins vite &

(1) Motus omnes eodem modo ſe habent in navi, ſive ea quieſcat, ſive moveatur uniformiter in directum. *Newt. lib.* 1. *Princip. Mathem. lege motûs* 3. *coroll.* 5.

moins loin, que s'il étoit jetté vers la prouë. Je ſuppoſe qu'un jeu de billard ſoit emporté très-vite par un navire, mais ſans roulis du vaiſſeau, ſans agitation des vagues, il eſt certain que les billes à force égale n'auront pas moins de viteſſe en avançant vers la pouppe que du côté de la prouë.

La plus forte objection contre l'hypothéſe de Copernic, eſt que l'axe de la terre paralléle à lui-même doit décrire par ſon mouvement annuel une eſpéce de cylindre qui prolongé juſqu'au ciel des étoiles fixes y trace par ſa baſe une circonférence elliptique. Chaque point de cette circonférence eſt le pôle du Monde ſucceſſivement pour chacun des jours qui ſe ſuivent, & par conſéquent le pôle apparent de la Terre ou du Monde doit dans le cours d'une année changer inceſſamment. Cependant cet axe répond toujours au même point du ciel. Nulle différence de grandeur dans l'apparence des fixes, nulle déclinaiſon, nulle parallaxe aux deux extrémités d'un diamétre de ſoixante ſix millions de lieuës. La Terre dans l'eſpace de ſix mois plus proche ou plus éloignée de la même étoile, de toute l'étenduë du diamétre de ſon orbe annuel, devroit voir cette fixe plus grande & plus petite, ou du moins lui voir quel-

que variation de position par rapport à des points de correspondance pris dans le Ciel, & dans l'orbe de la Terre ; ce qui seroit une parallaxe. Mais c'est ce qui n'arrive pas : d'où il s'ensuit par les régles de l'Optique qu'une circonférence de deux cents millions de lieuës, telle que l'écliptique parcouruë dans la révolution annuelle de la Terre, n'est qu'un point à l'égard des étoiles fixes.

Les Copernicians avouënt la conséquence d'un espace si prodigieux ; ils répondent qu'il n'y a point d'inconvénient que Dieu ait mis un espace aussi grand entre les planétes & les étoiles (1) fixes ; que ces étoiles étant vraisemblablement autant de soleils qui servent de centres à d'autres tourbillons, il a fallu les séparer par des espaces très-vastes, de peur qu'ils ne se nuisissent par la chaleur & par le mouvement de leurs raïons.

Enfin on objecte au systême de Copernic des expressions de l'écriture, *que la Terre est* (2) *immobile ; que le soleil se cou-*

(1) *Galilée avoit prédit que les étoiles fixes rendroient témoignage du mouvement de la Terre, c'est-à-dire, qu'elles donneroient une démonstration de ce mouvement. Galil. de mundi system. p. 375. La prédiction n'est pas encore accomplie, & vraisemblablement elle ne s'accomplira jamais.*

(2) Firmavit orbem Terræ qui non commovebitur. *Psalm. 92.*

che (1) *& ſe léve*, que Joſué (2) *commanda au ſoleil de s'arrêter, & qu'il s'arrêta*; que le prophéte Iſaïe *fit retourner en arriére l'ombre du ſoleil de dix degrés ſur l'horloge d'Achas.* Mais cette rétrogradation de l'ombre pouvoit être auſſi-bien l'effet du mouvement de la terre que du ſoleil. En général il ſuffit de répondre que la ſainte écriture s'eſt conformée dans ſes expreſſions au ſentiment du peuple. L'écriture ſe ſert ſouvent d'expreſſions figurées. Perſonne n'entend au pié de la lettre, *que l'éternel ſe ſoit promené dans le jardin d'Eden; qu'il ſoit deſcendu pour viſiter la tour de Babel; qu'il ait étendu le bras; qu'il ſe ſoit repenti.*

Reg. lib. 4. c. 20.

Moyſe dit, au commencement de la Genéſe, *que Dieu fit le ſoleil & la lune, les deux grands luminaires* : ces paroles n'ont pas empêché touts les aſtronomes de convenir que le globe de la lune n'eſt pas un corps lumineux par lui-même, & qu'il eſt incomparablement plus petit, que les globes de Jupiter & de Saturne, & que les étoiles fixes. Le paſſage de Job,

Gen. c. 1. v. 16.

(1) Oritur ſol & occidit, & ad locum ſuum revertitur. Ibique renaſcens gyrat per meridiem, & flectitur ad aquilonem. *Eccleſ. c.* 1.

(2) Dixitque coràm eis : Sol contra Gabaon ne movearis, & Luna contra vallem Aïalon. Steteruntque Sol & Luna, donec ulciſceretur ſe gens de inimicis ſuis. *Joſué. c.* 10. *v.* 12. *&* 13.

où il eſt dit *que les Cieux ſont auſſi ſolides que s'ils* (1) *étoient d'un métail fondu*, ne détourne aucun philoſophe de ſoutenir leur fluidité, parce que perſonne n'ignore que la ſainte écriture s'eſt expliquée indifféremment ſur ce qui concerne les ſciences prophanes, aïant préféré les idées & les termes qui étoient le plus à la portée des Juifs. Les Copernicien les plus déclarés ſe ſervent du langage vulgaire. Ils emploient les expreſſions uſitées *du lever & du coucher du ſoleil*; de même que parmi les Cartéſiens aucun ne s'aviſe de dire *que l'ame eſt blanche ou amére*; quelque perſuadé qu'il ſoit, que la penſée de blancheur ou d'amertume eſt dans l'ame.

Reg. lib. 3. c. 3. On lit dans le troiſiéme livre des Rois que le grand vaſe appellé la mer d'airain, qui étoit à l'entrée du temple, avoit dix coudées de diamétre & trente de circuit. Donnera-t'on ce paſſage pour une quadrature du cercle, ou pour une rectification de la circonférence? Oppoſera-t'on la ſainte écriture aux Géométres qui démontrent qu'un vaſe de dix coudées de diamétre, en a plus de trente & une de circonférence? En général, il eſt important d'obſerver, par rapport aux expreſ-

(1) Cœlos qui ſolidiſſimi quaſi ære fuſi ſunt. *Job. c. 37. v. 18.*

ſions des livres ſaints qui peuvent concerner les ſciences, que le ſentiment le plus commun & le mieux fondé eſt que l'inſpiration des écrivains ſacrés ne s'eſt étenduë (1) qu'à touts les points qui intéreſſent la foi : & quand on voudroit ſoutenir que le Saint-Eſprit eût dicté touts les termes dont les écrivains ſacrés ſe ſont ſervis, il n'y auroit encore aucune vraiſemblance que le Saint-Eſprit eût évité le langage le plus ordinaire, dont les ſçavants mêmes ſe ſervent dans toutes les occaſions, où l'on ne ſe propoſe pas l'objet de la ſcience.

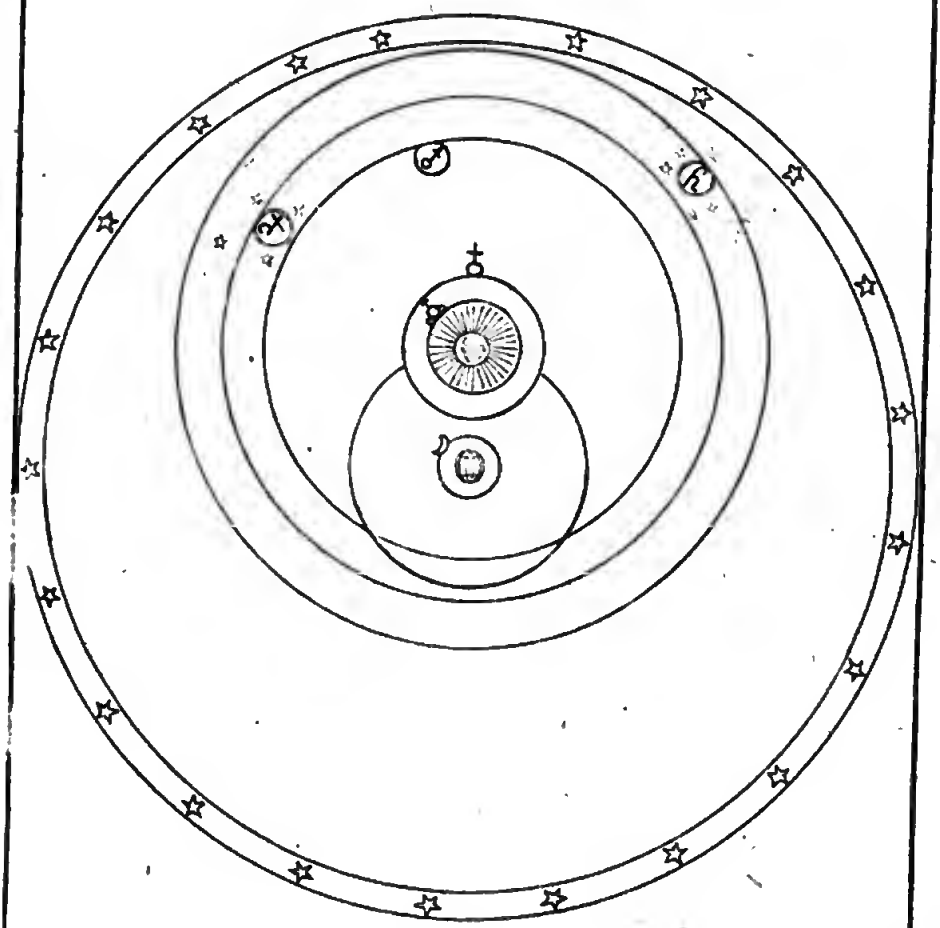
Tycho-Brahé connut par la facilité avec laquelle le ſyſtême de Copernic expliquoit toutes les apparences, qu'il fal- Syſtême de Tycho-Brahé.

(1) Nota Spiritum ſanctum non eodem modo dictaſſe omnes ſacras litteras. Nam legem & prophetias ad verbum revelavit & dictavit Moſi & prophetis. Hiſtorias verò & morales exhortationes, quas anteà vel viſu, vel auditu, vel lectione, vel meditatione didicerant iſti ſcriptores hagiographi, non fuit neceſſe inſpirari aut dictari à ſpiritu ſancto, utpote cùm eas ſcirent aut callerent iſti ſcriptores. Sic S. Joannes, c. 19. v. 35. dicit ſe ſcribere quæ vidit. S. Lucas verò, c. 1. v. 2. dicit ſe ſcribere evangelium quod audivit & traditione accepit ab Apoſtolis. *Cornel. à Lap. comm. in epiſt. 2. ad Tit. c. 3. v. 16. Richard Simon, ch. 23. de l'hiſt. du nouv. teſtam. Du Pin, proleg. ſur la bible, &c.*

loit néceſſairement que le ſoleil fût le centre de Mercure, de Venus, de Mars, de Jupiter, & de Saturne, & que ces cinq planétes tournaſſent autour de lui ; mais pour conſerver l'opinion la plus conforme au préjugé vulgaire & au rapport des ſens, Tycho-Brahé n'a fait qu'un ſyſtême de celui de Ptolémée & de celui de Copernic mêlés enſemble. Il établit que la terre eſt immobile, qu'elle eſt placée au milieu de l'univers, qu'elle ſert de centre à la lune, au ſoleil, & aux étoiles, tandis que le ſoleil, qui tourne autour de la terre, emporte avec ſoi les cinq autres planétes, auxquelles il ſert de centre & qui tournent autour de lui.

Ce ſyſtême en s'accommodant à la prévention générale, explique fort bien toutes les apparences. La lune tourne en 24. heures autour de la terre, de maniére néanmoins qu'apportant à ce mouvement la réſiſtence qui eſt naturelle à touts les corps, elle retarde touts les jours d'environ trois quarts d'heure, & qu'elle achéve en 27. jours & huit heures ou environ, la révolution de ſon mouvement propre autour de la terre par le cercle le plus proche & le plus petit. Le ſoleil tourne touts les jours autour de la terre, & parcourt l'écliptique en 365. jours cinq heures, & quarante-neuf mi-

T. V. Tav. II. vis à vis la p. 596.



NAPOLI

nutes. Enfin les étoiles tournent auſſi touts les jours autour de la terre.

Les cinq planétes, Mercure, Venus, Mars, Jupiter & Saturne, ſont emportées chaque jour avec le ſoleil autour de la terre; & quant à leur révolution elles la font à l'entour du ſoleil, qui eſt leur centre, dans les mêmes ſituations, éloignements, & meſures de tems que dans le ſyſtême de Copernic.

Les planétes de Mercure & de Venus n'embraſſant pas le cercle de la terre, ne paroiſſent jamais plus éloignées du ſoleil que du demi-diamétre de leur cercle. Les phaſes differentes de Venus ſont expliquées avec la même netteté, & ſuivant les mêmes principes.

Mars, Jupiter, & Saturne roulant ſur de plus grands cercles, embraſſent la terre, & nous montrent un diſque beaucoup plus grand, dans le tems de leur oppoſition avec le ſoleil, parce qu'alors ils ſont beaucoup plus proches de la terre.

L'orbite de Mars coupe celle du ſoleil en deux points; ce qui fait qu'une partie de l'orbite de Mars eſt plus près de la terre que l'orbite du ſoleil, & que Mars eſt quelquefois moins éloigné de la terre que le ſoleil. Il y a donc dans ce ſyſtême trois ſortes d'orbites, ſçavoir celles de la lu-

ne, du ſoleil, & des étoiles qui ont la terre pour centre; celles des cinq planétes de Mercure, de Venus, de Mars, de Jupiter, & de Saturne qui font leurs révolutions & décrivent leurs orbites autour du ſoleil, qui eſt leur centre commun; & celles des ſatellites de Jupiter & de Saturne, qui tournent autour de ces planétes, comme dans le ſyſtême de Copernic. Dans celui-ci, le ſoleil & les étoiles fixes ſont en repos, ſauf une révolution ſur leurs axes: dans le ſyſtême de Tycho, la Terre ſeule eſt en repos; touts les autres corps céleſtes ont des révolutions dans leurs orbites.

Objections contre le ſyſtême de Tycho-Brahé.

Les objections contre le ſyſtême de Tycho-Brahé ſont, qu'il eſt contre la régularité & la perfection de ce grand ouvrage de l'univers, & contre l'uniformité & la ſimplicité de l'ordre naturel, d'établir deux centres principaux, la terre & le ſoleil; que ce ſyſtême laiſſe ſubſiſter la viteſſe incompréhenſible du mouvement des étoiles fixes; que la différente grandeur de ces étoiles nous fait concevoir clairement que les plus grandes ſont plus proches de nous, & que les plus petites en ſont beaucoup plus éloignées, en ſorte que dans leur mouvement journalier autour de la terre, celles qui ſont les plus éloignées & preſque imperceptibles

bles tourneroient en vingt-quatre heures autour d'une orbite ſi prodigieuſe, qu'il n'eſt pas poſſible d'imaginer cette viteſſe ; que dans leur révolution qui s'acheve environ en vingt-cinq mille ans, les plus voiſines, comme la canicule, décrivant de moindres cercles, devroient être moins lentes à achever leurs révolutions ; que de toutes ces conſéquences il réſulte une probabilité qui approche de la certitude, que les étoiles fixes ſont véritablement fixes & immobiles ; & ſi elles ſont immobiles, il faut que la terre tourne, & le ſyſtême de Tycho-Brahé ne peut ſubſiſter.

Les ſectateurs de Tycho-Brahé répondent à l'objection de la duplicité des centres, qu'il n'y a point d'inconvénient à admettre un double centre ; que cet inconvénient, ſi c'en étoit un, ſeroit moindre que de renverſer toutes les notions naturelles fondées ſur les rapports des ſens ; que les Ptolémiſtes par leurs épicycles ont donné différents centres à toutes les planétes, pour expliquer les apparences de leurs différentes grandeurs ; que les Coperniciens (1) donnent eux-

(1) *Cette diverſité de centres des ſatellites eſt bien différente : elle eſt tirée du méchaniſme général de la nature ; les ſatellites ſe rencontrant dans la ſphére du tourbillon particulier de leur planéte principale.*

mêmes des centres différents à la lune, & aux ſatellites de Jupiter & de Saturne. Quant au mouvement des étoiles fixes, ils répondent que quoiqu'il ſemble vraiſemblable que leurs différentes grandeurs apparentes ſignifient leur éloignement différent, cette apparence peut venir de ce qu'effectivement leurs globes ſont les uns plus grands & les autres plus petits; qu'à l'égard de cette prodigieuſe viteſſe, qui les fait tourner en 24. heures autour de la terre, quoiqu'elle paroiſſe incompréhenſible en la comparant aux mouvements auſquels nos ſens ſont accoutumés, elle n'a rien pour cela de plus difficile à Dieu, qui a pû imprimer au ciel des étoiles fixes tel mouvement qu'il lui a plu.

Comment les ſectateurs de Tycho perſuaderont-ils que les Cométes dont le cours eſt irrégulier & inconnu, tournent en 24. heures autour de la Terre avec la préciſion la plus exacte?

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1705.

Ou la régle de Képler eſt fauſſe, ou le ſyſtême de Tycho eſt inſoutenable. Le ſoleil, de même que la lune, tourne autour de la Terre, la lune en un mois, le ſoleil en douze. Les racines cubiques de 1, & de 12, ſont 1. & un peu plus de 5. Donc les diſtances de la lune & du ſoleil à la Terre ſeroient dans la proportion de

5. à 1. ſelon la régle de Képler. Or il eſt certain que ces diſtances ſont dans une proportion incomparablement plus grande. Il paroit impoſſible que la régle de Képler ſoit fauſſe, prouvée comme elle l'eſt pas l'exemple de toutes celles d'entre les Planétes, qui inconteſtablement tournent autour d'un centre commun : donc c'eſt le ſyſtême de Tycho qui n'eſt pas vrai ; & en effet, en remettant la Terre à la place qu'elle tient dans celui de Copernic, on voit que tout rentre dans l'ordre, & s'accommode à la régle de Képler. Enfin le ſyſtême de Copernic eſt le ſeul qui ſoit fondé ſur un méchaniſme général, & qui y ſatisfaſſe.

Il y a un quatriéme ſyſtême de Longomontan, diſciple de Tycho-Brahé. Longomontan a emprunté quelque choſe de touts les autres ſyſtêmes, & il a eſſaïé d'éviter ce qu'on leur objectoit de plus fort. Il voïoit qu'il étoit difficile dans celui de Tycho-Brahé de ſoutenir le mouvement incompréhenſible des étoiles fixes ; & qu'on avoit peine à s'accoutumer dans celui de Copernic à l'immenſité de l'eſpace, qu'il met entre le ciel de Saturne & les étoiles fixes. Pour prévenir ces objections, il n'a fait qu'un changement au ſyſtême de Tycho-Brahé, qui eſt de donner à la terre le ſeul mouvement

Quatriéme ſyſtême de Longomontan. *Le nobl. tabl. des philoſ.*

journalier de révolution ſur ſon axe. Par ce moïen le ſoleil, les planétes, & les étoiles fixes ne tournent point en vingt-quatre heures autour de la terre : il ne reſte aux étoiles fixes qu'une révolution fort lente, ſuivant laquelle elles parcourent leur cercle environ en vingt-cinq mille ans, comme la lune fournit le ſien environ en vingt-ſept jours, & le ſoleil en un an autour de la terre, & comme les autres planétes achévent la carriére de leur orbite autour du ſoleil, à proportion de leur éloignement & de la grandeur de leurs orbites.

Ce ſyſtême qui n'eſt qu'une réformation de celui de Tycho-Brahé, eſt aiſé à ſoutenir ; il évite les objections les plus fortes qui ſe font contre les autres ſyſtêmes : peu d'aſtronomes néanmoins y ont applaudi, les uns voulant que, ſi la terre eſt au centre, elle ſoit immobile, & les autres ſoutenant que, ſi la terre a du mouvement, il doit être ſemblable à celui des autres planétes, & que la terre doit avoir comme elles une révolution périodique autour d'un grand cercle.

Pluſieurs aſtronomes ſuivent un cinquiéme ſyſtême, compoſé de ceux de Ptolemée & de Tycho-Brahé. On lui a donné le nom de ſyſtême commun, parce qu'il eſt le plus communément reçu

dans les écholes. Dans cette hypothéſe, la terre eſt immobile au centre de l'univers ; & Mercure & (1) Venus tournent autour du ſoleil, comme les ſatellites de Jupiter & de Saturne tournent autour de ces deux planétes. Mars, Jupiter, Saturne, & les étoiles font leurs révolutions autour de la terre, comme dans le ſyſtême de Ptolémée.

Le P. des Chales a prétendu qu'on peut ſoutenir plus de vingt ſyſtêmes ou hypothéſes, qui expliquent avec une égale préciſion toutes les apparences des aſtres, en regardant comme immobile quelqu'un des neuf termes de l'aſtronomie, ſçavoir les ſept planétes, la terre & le firmament : mais nul ſyſtême, s'il ne place le ſoleil au centre, ne peut être méchanique. Huguens termine ſon ſçavant ouvrage intitulé *Coſmoteoros*, par cet aveu très-modeſte, que la ſituaton & le mouvement des planétes, & les cauſes phyſiques de touts ces phénoménes ſont des vérités trop hautes, pour que l'eſprit humain puiſſe y atteindre avec quelque certitude. Mais une hypothéſe, qui répond à touts les Phénoménes, & qui eſt toujours guidée par un méchaniſme phyſi-

Aſtronomiæ lib. 1. prop. 15.

(1) *Ce ſyſtême eſt beaucoup plus ancien que Tycho-Brahé, il eſt même plus ancien que* Ptolémée ; *car il ſe trouve dans Vitruve. liv. 9.*

que & uniforme, vaut bien une certitude que le ſujet préſenteroit de lui-même. L'eſprit trouve d'autant plus de ſatisfaction dans les connoiſſances aſtronomiques, qu'il peut les regarder comme le fruit de ſes travaux.

Le ſyſtême de Copernic eſt entiérement emprunté des anciens. Il eſt compoſé en partie de l'opinion de Philolaüs, qui avoit (1) établi le mouvement de la terre autour d'un (2) centre commun ; & en partie de l'hypothéſe d'Héraclide de Pont, & d'Ecphantus Pythagoricien, qui avoient ſoutenu le mouvement journalier de la terre ſur ſon axe, pour rendre raiſon du jour & de la nuit. On lit dans Archiméde, qu'Ariſtarque de Samos croïoit que le ſoleil & les planétes étoient immobiles ; que la Terre & le Ciel des étoiles fixes tournoient autour du Soleil. Théophraſte attribuoit un ſentiment ſemblable, à la réſerve de la révolution du

Le ſyſtême de Copernic pris des anciens.

Plutarch. de placit. philoſ. lib. 3. c. 13. & de facie lunari.

Archimed. in arenar.

(1) Καὶ τὴν γῆν κινεῖσθαι κατὰ κύκλον πρῶτον εἰπεῖν. *Diog. Laërt. in Philol. Buliald. in Aſtron. Philol.*

(2) *Le centre commun, ſuivant Philolaüs, étoit une ſphére de feu, autour de laquelle il faiſoit auſſi mouvoir le ſoleil & la lune. Plutarch. lib. 3. de plac. phil. c. 13. Philolaüs ſoutenoit que le ſoleil étoit un diſque de verre qui réfléchiſſoit la ſplendeur émanée de la ſphére de feu. Plutarch. lib. 2. plac. c. 20.*

ciel des fixes, à Nicetas Syracuſain, qui enſeignoit, que le ciel, le ſoleil, la lune, les étoiles, & toutes les planétes (1) étoient immobiles, & que la terre ſeule tournoit. Cicéron ajoute que pluſieurs trouvoient le même ſyſtême dans le Timée de Platon, quoiqu'il s'en fût expliqué obſcurément.

Plutarque avance que Platon embraſſa cette opinion, qui étoit celle d'Archytas de Tarente, & de Timée de Locres. D'autres auteurs ont écrit que Seleucus, Cléantès de Samos, & Leucippe, avoient ſoutenu la même hypothéſe. *Cleanthe le Samien ſuppoſoit que le Ciel demeuroit immobile, & que c'étoit la terre qui ſe mouvoit autour de ſon aixieu.*

Plutarch. in Num.

Plutarch. de facie lunar. tradit. d'Amyot.

Sénéque doute (2), ſi la demeure que nous occupons a eu en partage le repos, ou la viteſſe du mouvement, ſi l'univers tourne autour de la terre ou ſi la terre tourne elle-même.

(1) Nicetas Syracuſius, ut ait Theophraſtus, cœlum, ſolem, lunam, ſtellas, ſupera denique omnia ſtare cenſet, neque præter terram, rem ullam in mundo mouveri. . . . . atque hoc etiàm Platonem in Timœo dicere quidam arbitrantur, ſed paulo obſcuriùs. *Cic. Academicar. quaſt. lib.* 4.

(1) Ut ſciamus in quo rerum ſtatu ſimus, pigerrimam ſortiti àn velociſſimam ſedem, circà nos Deus omnia, àn nos agat. *Sen.*

Touts ces anciens (1) Philoſophes, parmi leſquels il paroit que l'opinion du mouvement de la terre (2) étoit communément répanduë, en avoient puiſé le ſyſtême dans la doctrine de Pythagore, qui plaçoit au centre de l'univers un feu qui nourrit & vivifie toute la nature, & qui eſt la ſource du mouvement.

Simplic. in Ariſtot. de cœlo, lib. 2. c. 13.

Ariſtot. de cœlo, lib. 2. c. 13. & 14.

Ariſtote explique à peu près le ſyſtême de Copernic, en diſant que les Pythagoriciens placent le feu au centre de l'univers, & font mouvoir la terre autour du centre. Ariſtote ajoute que la révolution de la terre cauſoit le jour & la nuit.

Plutarch. in Num. Stob. Eclog phyſic. Clem. Alex. Strom. lib. 5.

Pythagore mettoit dans le centre du monde un globe de feu, qu'il appelloit Veſta ou l'unité. Plutarque attribuë le même ſentiment à Numa, plus ancien que Pythagore. S. Clément d'Alexandrie prétend que cette opinion étoit tirée des Egyptiens.

Copernic dit lui-même que les Pythagoriciens Héraclide & Ecphantus, &

(1) *Le Pythagoricien Philolaüs fut le premier, ſuivant Diogéne de Laërce, qui mit ce ſyſtême par écrit.*

(2) *Il y a cependant cette différence très-eſſentielle entre le ſyſtême de Copernic & celui de la plûpart de ces anciens Philoſophes, qu'ils plaçoient au centre de l'univers, non le ſoleil, mais un feu autour duquel ils croïoient que le ſoleil tournoit lui-même.*

Nicetas le Syracuſien ont attribué à la terre un mouvement ſur ſon axe, mais que ces anciens philoſophes plaçoient le globe terreſtre au centre de l'univers.

Le cardinal Cuſa, qui a écrit avec toute la barbarie de l'ancienne échole, renouvella ce ſyſtême, environ 80. ans avant Copernic; ſans y donner les éclairciſſements néceſſaires : & Copernic a mérité d'en être regardé (1) comme auteur, en le mettant dans tout ſon jour, & en expliquant les phénoménes ſuivant cette hypothéſe. *Lib. 2. de doctâ ignorantiâ, c. 12.*

Arrêtons-nous à conſidérer le mouvement de la terre. Je vais même propoſer une hypothéſe nouvelle, qui retranche tout ce qui peut cauſer quelque embarras dans celle de Copernic. Les deux mouvements de la terre, le journalier ſur ſon axe, & l'annuel dans l'Ecliptique, ſe font d'Occident en Orient. Son mouvement journalier donne à touts les Cieux une apparence de mouvement d'Orient en Occident : comme lorſque nous ſommes dans un batteau, il nous ſemble que c'eſt le rivage qui ſe meut en un ſens contraire. Quant au mouvement annuel de la terre dans l'Ecliptique d'Occident en Orient, il conſerve au ſoleil la même ap- Syſtême plus ſimple du mouvement de la terre.

(1) *Copernic dédia ſon ſyſtême au Pape Paul III. en* 1540.

parence de mouvement auſſi d'Occident en Orient, parce que le ſoleil paroit ſuivre les ſignes du Zodiaque diamétralement oppoſés à ceux que la Terre parcourt actuellement, de même ſens & du même côté où la Terre avance par un mouvement réel. Ainſi lorſque la Terre eſt dans le ſigne de la balance, nous jugeons que le ſoleil eſt dans le ſigne du bélier & ainſi des autres. Il eſt évident, que par le mouvement diurne de la terre d'Occident en Orient, le ſoleil, les planétes, les étoiles fixes, les cométes mêmes, en un mot touts les objets viſibles dans les cieux doivent paroitre tourner chaque jour d'Orient en Occident à l'entour de la terre, & décrire en ce ſens des cercles paralléles à l'équateur.

La figure ci-jointe expoſe ce mouvement d'une maniére nette & ſenſible. Le point VI voit lever le ſoleil paroiſſant à l'horizon XII, & le globe terreſtre tournant ſur ſon centre A, le point VI arrive au point B, où le ſoleil paroit monter, en venant du côté oppoſé, & tenant une route, à ce qui nous ſemble contraire, d'Orient en Occident. Puis le même point VI avançant de plus en plus, le ſoleil paroit alors le plus élevé, & être au méridien XII, parce que le raïon du ſoleil, qui au lever tomboit perpendicu-

PL. 12. FIG. 1.

lairement ſur XII eſt devenu direct ſur VI. Enſuite le point VI continuant ſon mouvement, ſe recule du ſoleil, qui paroit s'abaiſſer de plus en plus, à meſure que le point VI s'approche du point 6. où étant parvenu, le ſoleil ſemble ſe coucher. Le reſte de la révolution s'acheve de même ; à meſure que le point VI deſcend de 6. vers 12. il s'approche du milieu de la nuit, & retourne à la fin au premier terme VI, où il paroit que le ſoleil ſe léve de nouveau.

Il eſt important d'obſerver pour l'intelligence de ce qui ſuit, que la ligne 6. VI. qui paroit droite ici, eſt dans une ſphére le diamétre d'un (1) grand cercle, auquel le raïon AS du ſoleil eſt perpendiculaire. Ce même cercle, qui eſt nommé cercle du jour, ſépare la partie illuminée VI, XII, 6, d'avec la partie 6, 12, VI plongée dans les ténébres. Lorſque le point VI eſt en B, le point D entre dans l'hémiſphére éclairé, il paſſe alors par le cercle du jour, appellé autrement le terminateur de la lumiére.

(1) *Il faut ſe repréſenter le cercle du jour ou terminateur de la lumiére, comme un des grands cercles de la ſphére qui diviſe le globe terreſtre en deux hémiſphéres égaux du jour & de la nuit, & dont le plan eſt toujours perpendiculaire à une ligne droite tirée du centre du ſoleil au centre de ce plan qui eſt auſſi celui de la terre.*

C'eſt par le moïen de ce cercle du jour, qu'il nous ſera facile d'expliquer les différentes longueurs des jours & des nuits.

Pendant que la terre fait ſa révolution journaliére à l'entour de ſon centre, le même centre en fait une autre autour du ſoleil en une année, de maniére que ſon axe garde toujours ſon (1) paralléliſme, c'eſt-à-dire, que les deux extrémités de cet axe, qui ſont les pôles de l'équateur du globe terreſtre, correſpondent toujours au même endroit du firmament, ou que l'eſſieu de ce globe eſt toujours pointé directement vers la même partie du ciel, & toujours perpendiculaire au plan de l'Equateur céleſte.

Il eſt à propos de diſtinguer deux raïons du ſoleil, ou deux lignes droites tirées du centre du ſoleil; l'une la ligne SF, (raïon immobile) qui coupe toujours l'axe de la Terre à angles droits, & qui ne ſort pas du plan de l'Equateur céleſ-

PL. 12. FIG. 2.

(1) *Ce paralléliſme, ou cette correſpondance des pôles de la terre à la même partie des cieux, doit s'entendre en tant que le diamétre de l'écliptique eſt cenſé n'avoir aucune grandeur par rapport au firmament, & que touts les points de l'orbite annuelle de la terre ſont conſidérés, comme ne faiſant qu'un même point avec le centre de cette orbite; ou plûtôt on doit concevoir que ces pôles décrivent dans les cieux la baſe toujours invariable d'un cylindre perpendiculaire à l'équateur.*

te ; l'autre la ligne SA, (raïon variable) qui répond toujours au centre de la Terre & au cercle terminateur de la lumiére. Suppoſons que la Terre ſoit dans le ſigne équinoxial de la balance, nous voïons le ſoleil dans l'autre ſigne équinoxial du bélier. Alors le raïon du ſoleil SA, paſſant par l'équateur, ou par le paralléle (1) du milieu AB, les jours ſont égaux aux nuits par toute la terre, parce que le cercle du jour 6, VI, coupe également & à angles droits touts les autres paralléles. Mais la terre arrivant au tropique ou ſolſtice du capricorne, par le chemin oblique du zodiaque, nous voïons le ſoleil dans le ſolſtice oppoſé de l'écreviſſe. Alors le raïon direct du ſoleil SF, rencontre le point F, ſur le tropique F E, & il décrit ce paralléle du globe de la terre, à cauſe du mouvement diurne de ce globe ſur ſon axe.

Mais, dira-t-on, la Terre n'étant qu'un point par rapport au ſoleil, qu'elles peuvent être les limites du jour & de la nuit ? Comment arrive-t-il des change-

(1) *Les paralléles ſont touts les cercles de la ſphére, qui vont en diminuant depuis l'équateur juſqu'aux pôles, & qui ont chacun pour leurs centres différents points du même axe. L'équateur, les tropiques, & les cercles polaires ſont compris au nombre de ces paralléles.*

ments de ſaiſons ? Et quelle eſt la diſtinction ſoit de l'horizon & du midi, ſoit des paralléles ? Je réponds que l'éloignement du ſoleil cauſe une extrême réduction de cet aſtre par rapport à la terre, dont le globe conſerve, à l'égard de ſes habitants, toute ſa groſſeur ; en ſorte que le raïon direct du ſoleil, qui arrive ſur la convexité de la terre, n'eſt vertical qu'à un paralléle, & qu'à cauſe de la même convexité, il y parcourt ſucceſſivement le Levant, le Midi, & le Couchant. Il faut ſe rappeller que le raïon immobile du ſoleil S F répond ſucceſſivement aux différents paralléles compris entre les deux tropiques, qu'il coupe l'axe du globe terreſtre à angles droits, & ſe termine à l'équateur céleſte. L'hypothéſe nouvelle diſtingue trois Equateurs ; 1. l'équateur du globe terreſtre ou le plus grand cercle de la révolution de ce ſphéroïde ſur ſon axe ; 2. l'équateur céleſte, qui eſt un cercle fixe imaginé dans le ciel, & qui répond au plan de l'équateur de la Terre dans les moments précis des deux équinoxes ; 3. l'équateur de la révolution du ſoleil autour de ſon centre. Cet Equateur du ſoleil n'eſt pas à conſidérer ici ; & je n'en rappelle l'idée, que pour éviter de le confondre avec les deux autres. Je diſtingue, lorſqu'il eſt

PL. 12. FIG. 2.

néceſſaire, l'Equateur terreſtre & l'Equateur céleſte; & quand je nomme ſimplement l'Equateur, ce que je dis s'applique à l'un & à l'autre.

Si l'on conçoit que le cercle du jour eſt toujours perpendiculaire au raïon du ſoleil S A, qui coupe l'axe de la terre par le milieu, ou à la ligne droite tirée du centre du ſoleil au centre de la terre, on entendra aiſément que le cercle du jour coupe le paralléle actuellement décrit par le ſoleil, aux deux points où cet aſtre paroit ſe lever & ſe coucher. Le plus long jour eſt de vingt-quatre heures ſous le cercle polaire G M, car le raïon immobile du ſoleil S F traverſant le paralléle F E, le cercle G M, eſt ſeulement touché à ſon extrémité, ſans être coupé par le cercle du jour. On voit auſſi pourquoi entre les cercles polaires & les pôles, il y a pluſieurs jours ſans nuit, & pluſieurs nuits ſans jour, en ſuivant la même progreſſion, dans laquelle le cercle du jour s'éloigne du pôle à proportion que le paralléle décrit actuellement eſt éloigné de l'équateur; & il eſt facile de diſcerner pourquoi enfin il y a ſix mois de jour & ſix mois de nuit ſous les pôles, puiſque la terre ſe trouvant en l'équateur, & le paralléle étant A B, le cercle du jour 6, VI, coupe à angles droits PL. 12. FIG. 2.

PL. 12. FIG. 2.

l'équateur A B, & paſſe par ſes pôles; d'où il ſuit que le ſoleil paroit ſe lever ou ſe coucher pour ſix mois à l'égard de ceux qui ont pour Zénith l'un ou l'autre pôle. Hors les tems des équinoxes, le cercle du jour coupe plus ou moins inégalement touts les paralléles, excepté l'équateur, dont la ſection toujours égale y rend les jours continuellement égaux aux nuits : & l'inégalité des jours & des nuits augmente toujours à meſure que le paralléle eſt plus éloigné de l'équateur.

La terre achevant ſa révolution annuelle, parcourt, ſans s'écarter, le milieu du Zodiaque; le ſoleil paroit, dans la ſphére oblique, avoir plus ou moins de déclinaiſon ſeptentrionale ou méridionale, & les jours y ſont plus ou moins longs, à proportion que le raïon S F du ſoleil répond ſucceſſivement à touts les paralléles, qui ſont entre chacun des tropiques & l'équateur.

Hypothéſe nouvelle du mouvement de la terre.

Maintenant que l'effet de la ſection du cercle du jour & du paralléle eſt entendu, & après avoir fixé dans le ciel ou dans la mémoire le plan de l'équateur céleſte; la diverſité des ſaiſons & l'inégalité des jours s'explique d'une maniére beaucoup plus ſimple que celle de Copernic. Il eſt ſurtout néceſſaire de ſe repréſenter l'axe O P, comme droit &

perpendiculaire à l'équateur céléſte, en ſorte que touts les paralléles, depuis un tropique juſqu'à l'autre, paſſent alternativement des deux côtés de cet équateur, & que dans les ſolſtices, chaque tropique rentre dans le plan de l'équateur, & y reçoive directement le raïon immobile SF, les pôles gardant leur parallélisme ou leur poſition perpendiculaire. PL. 13. FIG. 1.

On peut donc entendre très-aiſément, que les deux pôles ſe trouvent tour à tour, pendant ſix mois, dans la partie éclairée ou dans l'hémiſphére du jour, & dans la partie obſcure ou dans l'hémiſphére de la nuit, le cercle du jour étant plus ou moins incliné de l'un ou de l'autre côté des pôles, & les deux tropiques expoſés alternativement au raïon S F du ſoleil dans le plan de l'équateur céleſte. Les jours ſont plus ou moins longs à proportion qu'une partie plus ou moins grande du paralléle eſt dans l'hémiſphére du jour ou dans celui de la nuit : & le Pôle, qui étoit exclus du cercle du jour, y rentre, lorſque le raïon S F du ſoleil coupe à angles droits, dans les équinoxes, le milieu de l'axe de la terre.

Dans cette hypothéſe, où il ne reſte que deux mouvements de la terre, le mouvement diurne ſur ſon axe, & le mouvement annuel qui lui fait parcou-

rir ſon orbite, le paralléliſme des pôles de la terre conſiſte dans une ſituation droite de l'axe de ce globe, toujours perpendiculaire au raïon S F du ſoleil & à l'équateur céleſte : la terre parcourt, ſans s'écarter, le milieu du zodiaque, dont l'obliquité eſt la ſeule cauſe de la variété des ſaiſons, & de l'inégalité des jours, à proportion que le cercle du jour coupe le plan de l'équateur terreſtre plus ou moins obliquement, & que la ſection perpendiculaire de l'axe de la terre par le raïon S F du ſoleil, eſt plus ou moins éloignée du milieu de cet axe. Ce qui évite l'explication compliquée & difficile à ſe repréſenter, que Bion emploie après Copernic. Voici les propres termes de Bion, accompagnés de la figure dont il s'eſt ſervi.

» Afin que l'axe de la terre ſe main-
» tienne toujours paralléle à lui-même,
» & ſoit toujours expoſé vers une même
» partie du ciel, il faut que la terre, ou-
» tre le mouvement diurne & annuel,
» ait encore un autre mouvement d'O-
» rient en Occident, oppoſé à celui
» qu'elle fait d'Occident en Orient par
» ſon mouvement diurne, en la même
» maniére que l'aiguille d'une bouſſole
» ſe meut d'un mouvemeut contraire à
» la boëte dans laquelle elle eſt enfer-

» mée : car ſi, par exemple, l'aiguille PL. 15. FIG. 2.
» AL, enfermée dans la bouſſole BCDE,
» & dont la partie qui eſt vers A, tend
» toujours vers le Septentrion, eſt em-
» portée par le mouvement de la boëte
» autour du centre S, dans la circonfé-
» rence du cercle ZXR, en ſorte que le
» centre Z, de cette boëte faſſe par ce
» mouvement le quart ZX de la circon-
» férence, l'aiguille A L ne ſera plus
» jointe avec le diamétre E C, comme
» auparavant, mais avec le diamétre DB,
» à cauſe que l'aiguille a fait, par un mou-
» vement contraire, le quart de cercle
» E D de la boëte ; de ſorte que cette ai-
» guille eſt toujours tournée vers le mê-
» me côté du Septentrion, en quelque
» endroit que puiſſe être le centre Z ou
» X de la boëte, dans la circulation Z
» X R. Ainſi pour appliquer la compa-
» raiſon, quand le centre Z de la terre
» E B C D vient en X par ſon mouve-
» ment annuel d'Occident en Orient,
» ſon axe A L ſe tourne de E en D, allant
» d'Orient en Occident ; ce qui fait que
» ce même axe A L eſt toujours paralléle
» à lui-même, & que les points qui ſont
» à l'extrémité de cet axe, tendent tou-
» jours vers le même point du ciel ; &
» c'eſt là le troiſiéme mouvement, que
» les Copernicien attribuent à la terre

» lequel ſe fait par une vertu magnéti-
» que, en ſuppoſant que la terre eſt elle-
» même un grand aiman, dont les pôles
» ſont toujours tournés vers le même en-
» droit du ciel. «

Pour entendre la comparaiſon de Copernic, il faut donc appliquer ce qu'il dit de l'aiguille de la bouſſole, à l'axe de la terre, & la reſſemblance de la boëte de la bouſſole au globe terreſtre. Cette explication (1) du paralléliſme de la terre demande que l'eſprit ſe repréſente un troiſiéme mouvement réel, d'Orient en Occident, contraire aux deux premiers, puiſqu'il eſt néceſſaire que l'axe terreſtre ſe détourne vers l'Occident, à proportion que le globe avance en tournant vers l'Orient.

Quelques Coperniciens m'ont objecté que le Paralléliſme ne demandoit pas un mouvement réel de l'axe de la Terre. *Le paralléliſme*, diſent-ils, *conſiſte uniquement en ce que le globe terreſtre eſt emporté par le fluide, de maniére que ſon axe répond toujours au même point du Ciel.* Ce Paralléliſme pourroit être conçu de cette maniére, ſi le globe parcouroit les qua-

(1) *L'explication de Bion, que je viens de rapporter, eſt tirée de Copernic lui-même, Revol. lib. 1. c. 11. Bion, dont il eſt parlé ici, eſt l'auteur de l'uſage des globes, décédé depuis ſept ans.*

tre côtés d'un quarré ; mais puiſque la Terre décrit dans ſon orbite une courbe elliptique ou qui approche de l'ellipſe, il faut pour ſe repréſenter le Paralléliſme, ſuppoſer que l'axe terreſtre ſe rejette peu à peu d'Orient en Occident, & autant qu'il le faut pour ſe tourner toujours vers la même partie du Ciel, à meſure que le globe avance d'Occident en Orient. Ce mouvement de Paralléliſme eſt donc réel, il eſt reconnu par Copernic lui-même, par Bion, & autres Copernic iens : il eſt très-compliqué, & difficile à démontrer même avec une ſphére artificielle. Pour ſupprimer ce mouvement, il ne s'agit que de faire circuler la Terre dans l'Ecliptique, de la même maniére que le ſoleil y circule, ſuivant le ſyſtême de Ptolémée. La Terre tient toujours l'axe de ſon Ecliptique incliné ſur le plan de l'Equateur de la même quantité de 23. degrés & environ 29. minutes ; & rien n'eſt plus facile que de ſe repréſenter le paralléliſme d'un axe toujours perpendiculaire à un plan.

Dans le ſyſtême de Ptolémée, le ſoleil paſſe des deux côtés de l'équateur terreſtre : dans le nouveau ſyſtème, touts les paralléles de la terre d'un tropique à l'autre paſſent ſucceſſivement des deux côtés de l'équateur céleſte ; ce qui eſt beau-

coup plus facile à comprendre que l'exposition ſucceſſive des différents paralléles de la terre au ſoleil, par un mouvement de paralléliſme de l'axe terreſtre.

A l'égard de la révolution (1) apparente des fixes, & de la préceſſion des équinoxes, l'hypothéſe de Copernic eſt encore plus compliquée, en ce qu'elle ſuppoſe un changement (2) de paralléliſme,

(1) *La révolution des étoiles fixes n'eſt qu'une apparence; & l'on doit avoüer qu'il n'eſt en aucune façon vraiſemblable que cette révolution ſoit réelle, c'eſt-à-dire, que cette multitude immenſe de grands corps lumineux, ſuſpendus à des diſtances inconcevables de la Terre, & apparemment fort inégales entr'elles, aïent touts, ſans exception, un mouvement régulier qui ſe rapporte à la Terre. La premiére étoile du bélier, qui 330. ans avant J. C. ſe trouvoit à l'interſection de l'Ecliptique & de l'Equateur, étoit avancée de 6. degrés, 49. minutes, du tems de Ptolémée. Elle eſt préſentement à 29. degrés vers l'Orient, placée encore ſur l'écliptique, & elle fait un degré en 70. ans; de ſorte que la Terre retourne à l'interſection de l'Ecliptique & de l'Equateur, ou au point de l'Equinoxe, preſque un mois avant que d'atteindre la même étoile qui s'y trouvoit, il y a environ deux mille ans. L'étoile polaire, qui du tems d'Eudoxe étoit éloignée du pôle de l'Equateur de douze degrés, ne l'eſt plus que d'environ deux degrés dix-huit minutes. Hiſt. de l'Acad. des ſcienc. ann. 1708.*

(2) *Les Coperniciens ne diſconviennent pas de ce quatriéme mouvement de la Terre.* Il eſt vrai, *diſent-ils*, que l'axe de l'Equateur ne peut ſe

qui dans l'hypothéſe nouvelle n'eſt qu'une ſection anticipée de l'équateur, en ſorte qu'à chaque équinoxe, l'écliptique coupe l'équateur en rétrogradant d'Orient en Occident de 25. ſecondes & demie. Si l'écliptique coupe l'équateur aux points A, B, au lieu de la couper aux points O, P, & ainſi de ſuite d'Orient en Occident, c'eſt une conſéquence néceſſaire que le ciel des étoiles fixes paroiſſe avancer du même eſpace d'Occident en Orient, & parcourir en 25200. ans toute l'écliptique. De même que dans la révolution annuelle de la terre, le paſſage de l'équateur terreſtre des deux côtés de l'équateur céleſte ſupplée au mouvement de déclinaiſon de l'axe de la terre, le changement de ſes nœuds qui tournent ſur l'équateur tient lieu de la variation du paralléliſme. Il eſt vrai que dans l'hypothéſe nouvelle, l'axe de l'écliptique décrit également un cercle au- PL. 13. FIG. 1.

mouvoir de cette ſorte, ſans ceſſer d'être paralléle à lui-même dans ſes différentes ſituations; mais ce mouvement eſt d'une ſi grande lenteur qu'il ne va qu'à 51. ſecondes par an. Un défaut de Paralléliſme, qui n'eſt que de 51. ſecondes diſtribuées dans toute une année, eſt nul phyſiquement & par rapport aux effets. *Hiſt. de l'Acad. ann.* 1708. *Mais plus ce dérangement du Paralléliſme a de lenteur, moins on peut lui aſſigner de cauſe méchanique.*

tour de l'axe de l'équateur ; mais ce n'eſt que par un mouvement idéal ; & il n'eſt pas même beſoin de ſe repréſenter ce mouvement ; au lieu que dans l'hypothéſe de Copernic cette même ſection anticipée ne peut ſe faire que par un dérangement du paralléliſme. Ce n'eſt donc pas ſeulement une différence de théorie ; il y a une différence de ſyſtême, puiſque dans l'un l'axe de la terre garde conſtamment ſon paralléliſme par une perpendicularité conſtante ; & que dans l'autre, la préceſſion des équinoxes ne peut être expliquée que par un changement de paralléliſme.

Comme quelques Aſtronomes admettent une diminution réguliére de l'angle de l'écliptique, & qu'en général, touts ceux qui ne ſont pas convaincus de ce rapprochement réglé, y reconnoiſſent au moins un mouvement de trépidation qui ne peut arriver ſans un cinquiéme mouvement de la terre, dans le ſyſtême de Copernic; c'eſt encore un mouvement retranché par l'hypothéſe nouvelle, dans laquelle cette libration de l'écliptique ne demande aucune différence de mouvement ; mais que l'un ou l'autre des tropiques, ſuivant ſon mouvement ordinaire, n'atteigne pas tout-à-fait, ou qu'il excéde un peu l'équateur céleſte.

De

De cinq mouvements (1) attribués au globe terreſtre par l'hypothèſe de Copernic, l'hypothéſe nouvelle en retranche donc trois ; elle réduit les cinq à deux ; 1. au mouvement journalier de la terre ſur ſon axe d'Occident en Orient ; 2. ou mouvement annuel autour du ſoleil dans l'écliptique auſſi d'Occident en Orient : & le 3. mouvement de l'axe pour garder ſon paralléliſme, d'Orient en Occident, le 4. mouvement pour la préceſſion des équinoxes par la variation du paralléliſme, auſſi d'Orient en Occident, le 5. mouvement de libration de l'écliptique, qui eſt ſuppoſé ſe faire par l'approchement ou l'eloignement des poles de l'équateur & de l'ecliptique, ces 3. mouvements, dis-je, contraires entr'eux & au méchaniſme ſont ſupprimés par l'hypothéſe nouvelle. Il ne reſte à la terre que deux mouvements du même ſens, d'Occident en Orient. Aucune des obſervations aſtronomiques ne varie ; les mêmes nœuds des planétes ſe rencontrent dans les mêmes ſignes, parce que l'é-

(1) *Cette multiplicité de mouvements contraires entr'eux ôte au ſyſtême de Copernic toute ſa ſimplicité & une partie de ſa beauté, en le préſentant ſous une idée qui n'a aucune vraiſemblance, comme il a été objecté par le P. Riccioli, lib. 9. Almag. novi, ſect. 4.*

cliptique ne change point de place ; que ſuivant l'un & l'autre ſyſtême, la terre en parcourt le milieu ſans s'écarter ; & que l'inclinaiſon de l'écliptique ſur l'équateur de 23. degrés & environ 29. minutes eſt toujours la même.

L'hypothéſe nouvelle eſt non-ſeulement plus aiſée à comprendre & à expliquer, & beaucoup plus ſimple par le retranchement de trois mouvements de cinq, mais elle eſt ſeule conforme au méchaniſme général de la nature, qui demande que la poſition de l'axe de l'équateur ſoit conſtamment invariable ; puiſqu'elle dépend des files magnétiques, qui en ſortant de la ſurface de la terre, ont une même direction ſur les méridiens, & de la forme que prend le tourbillon par la preſſion des tourbillons environnants. La terre eſt un grand aiman qui doit conſerver les mêmes directions magnétiques. Pluſieurs raiſons particuliéres font varier l'aiguille aimantée ; mais l'axe du globe terreſtre, la bouſſole, pour ainſi dire, générale ne doit jamais décliner des pôles.

Burnet. Theor. tellur. Burnet a penſé qu'au commencement du monde, l'équateur étoit dans le plan de l'écliptique, & que l'équinoxe étoit (1) alors perpétuel : mais que le déluge

(1) *Un autre Anglois s'eſt imaginé, avec auſſi*

aïant rendu le globe terreſtre fort inégal en pluſieurs endroits, par la formation des minéraux, des métaux, des mers & des hautes montagnes, il en perdit ſon équilibre, & que ſon axe, qui étoit droit & perpendiculaire au Zodiaque, devint oblique. Sans nous arrêter à une opinion qui ne paroit propre qu'à rendre raiſon du printems perpétuel (1) attribué à l'âge d'or par les Poëtes, conſidérons que le mouvement diurne de la terre ſur ſon axe, ſa révolution annuelle autour du ſoleil, le retour réglé des ſaiſons, ſont les effets d'un méchaniſme. Car la révolution journaliére de la terre ſur ſon axe eſt produite par l'agitation intérieure des trois éléments qui compoſent ce globe, par la raréfaction que les raïons du ſoleil cauſent dans le fluide du côté de l'hémiſphére inférieur de la planéte, & par la loi du mouvement circulaire qui

Méchaniſme du mouvement des planétes.

peu de fondement que les jours furent égaux à nos années, juſqu'à ce qu'Adam fut chaſſé du Paradis terreſtre, la terre emploiant une année à chaque révolution autour de ſon axe. Tr. de l'incert. des ſcienc. ch. 7.

(1) Ver erat æternum. *Ovid. metam. lib. 1. Cette opinion d'un équinoxe continuel ne s'accorde pas avec le paſſage de la Géneſe, ch. 8. v. 22. où Dieu dit que le froid & le chaud, l'été & l'hyver ne ceſſeront pas de ſe ſuccéder, marquant par ces paroles, que l'ordre qui avoit précédé le déluge, alloit être rétabli.*

rend l'hémiſphére ſupérieur plus peſant. Si l'équateur & l'écliptique euſſent été dans le même plan, cette route ſe fût enflammée par l'excès de la chaleur, qui n'eſt tempérée ſur la terre que par le changement des paralléles qui reçoivent alternativement les raïons directs du ſoleil.

La révolution annuelle de la terre dans ſon orbite eſt déterminée par le mouvement que la rotation du ſoleil imprime à tout ſon tourbillon, du même côté dont cette maſſe centrale tourne elle-même, d'Occident en Orient.

La variété des ſaiſons & l'inégalité des jours dépendent ſenſiblement du retour de la terre d'un tropique à l'autre & d'une inclinaiſon de 23. degrés 29. minutes de l'écliptique ſur l'équateur de la terre. Cette inclinaiſon a ſon principe dans la compreſſion irréguliére du tourbillon du ſoleil par les tourbillons environnants, & dans la direction de toutes les files magnétiques, qui ſortant des interſtices de la ſuperficie de la terre, ſont pointées vers l'un ou l'autre pôle, & coulent dans le ſens des méridiens. Ces deux cauſes maintiennent l'axe de la terre dans une ſituation invariable, en ſorte que le globe, ſans s'écarter du milieu du Zodiaque, a ſes deux tropiques alternative-

ment dans le plan de l'équateur céleſte, auquel l'axe de la terre eſt toujours perpendiculaire, tandis qu'il eſt pris de côté par le fluide, & contraint de dériver (ſuivant la comparaiſon emploïée par M. Bernoulli) comme un vaiſſeau emporté de biais par un courant.

L'uniformité de la nature ne laiſſe aucun doute que les autres planétes ne ſoient auſſi environnées des mêmes écoulements d'atmoſphéres magnétiques, & entrainées par le fluide où elles nagent dans une route plus ou moins oblique, ſuivant que ce magnétiſme, l'impulſion du fluide, & la diſpoſition des globes à recevoir cette impulſion, inclinent l'axe de leur mouvement propre ſur celui de leur mouvement commun. Ces cauſes, qui ſont très-variables par rapport aux différentes planétes, produiſent des inclinaiſons fort inégales : l'axe de Saturne étant incliné de plus de 30. degrès & demi ſur le plan de ſon orbite, & celui de Jupiter ne l'étant que d'environ deux degrès ſur la ſienne.

Cauſe méchanique du retour des ſaiſons.

La marche réglée de la terre d'un tropique à l'autre n'eſt pas moins méchanique. Dans le mouvement des liqueurs, les matiéres les plus fluides occupent toujours le milieu d'un courant ; & les plus compactes ſont renvoiées aux deux

bords. Le plus fort mouvement du tourbillon doit ſe trouver dans les plus grands cercles de cette ſphére, dans l'équateur de la révolution du ſoleil autour de ſon axe & aux environs. La terre eſt emportée de biais par le fluide paralléle à cet équateur. Ce mouvement tranſverſal la pouſſe juſqu'à un tropique: mais lorſqu'elle y eſt arrivée, elle rencontre une matiére condenſée & non perméable, qui la rejette vers le côté oppoſé. Le même fluide la reporte donc à l'autre tropique; & cette alternative de directions contraires raméne conſtamment les mêmes ſaiſons & la même durée des jours, en faiſant paſſer ſucceſſivement par l'équateur céleſte touts les paralléles qui ſont entre les deux tropiques.

L'hiſtoire fait mention de quelques phénoménes extraordinaires concernant les ſaiſons. Jonſton, ſans citer aucun contemporain, rapporte qu'en l'année 994. les eaux étoient entiérement gelées à la fin de Juillet, en ſorte qu'il s'en trouvoit à peine pour boire, & que les poiſſons mouroient en grand nombre. On lit dans Grégoire de Tours que ſous le régne de Chilpéric I. l'hyver de l'année 584. fut ſi chaud que les roſiers fleurirent dans le mois de Janvier. Ces dérangements des ſaiſons ont été cauſés par

Thaumat. claſſi 1. c. 5. art. 5.

Greg. Tur. lib. 6. hiſt. c. 44.

des vents de Nord & de Sud, qui ont ſoufflé de ſuite pendant longtems : mais on n'a jamais remarqué que la durée ordinaire des jours ait été changée.

Toutes les planétes ſont raſſemblées (1) dans le Zodiaque, un des grands cercles du ſphéroïde, où elles circulent avec facilité. Le principe général de la peſanteur, ou l'effort de la matiére éthérée, qui agit toujours du côté le plus foible, c'eſt-à-dire, d'où il en arrive le moins, explique fort bien les obſervations aſtronomiques, ſuivant leſquelles non-ſeulement les planétes tendent vers le ſoleil, mais elles tendent encore les unes vers les autres, en ſorte que Mars, par exemple, à chaque point de l'orbite qu'il décrit autour du ſoleil en près de deux ans, a un mouvement compoſé d'une tendance vers Saturne, Jupiter, la Terre.

Les plans des orbites des planétes ſont inégalement inclinés ſur le plan de l'équateur de la révolution du ſoleil autour de ſon axe. L'orbite de Mercure a une inclinaiſon de trois degrés, dix minutes, ſix ſecondes ; Venus fait avec cet équa-

M. Caſſini, Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1734, p. 112.

(1) *On donne au Zodiaque une largeur de 16. & même de 18. degrés. L'écliptique eſt proprement la route de la Terre au milieu du Zodiaque.*

teur un angle de quatre degrés, ſix minutes ; la terre de ſept degrés & demi ; Mars de cinq degrés cinquante minutes ; Jupiter de ſix degrès vingt-deux minutes ; Saturne de cinq degrés cinquante-cinq minutes. Ces différentes inclinaiſons des planétes ſur l'équateur du ſoleil, comme auſſi leurs latitudes & leurs nœuds (1) dans l'écliptique, ſont cauſés par quelque réſiſtence que tout corps apporte au mouvement qui l'entraine, par la différence de leurs figures & de leurs denſités, par la direction de leurs atmoſphéres magnétiques : à peu près de même que la forme & la ſolidité des vaiſſeaux, & le vent qui enfle leurs voiles, déterminent leur route plus ou moins oblique à l'égard d'un courant qui les entraine. Képler a le premier conjecturé que les orbites des planétes ne ſont pas circulaires, mais elliptiques. Caſſini a depuis changé l'ellipſe de Képler qui étoit (2) la commune, en une nouvelle ellip-

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1700.

(1) *L'orbe de Mercure eſt incliné ſur l'écliptique de près de ſept degrés ; Vénus de trois degrés 23. minutes ; Mars d'un degré cinquante minutes & quarante-ſept ſecondes ; Jupiter d'un degré dix-neuf minutes & vingt à vingt-quatre ſecondes ; Saturne à peu près de deux degrés & demi. M. Caſſini, Elem. d'Aſtron.*

(2) *Dans l'ellipſe commune, les raïons qui partent de l'un des foyers de l'ellipſe, & vont frap-*

ſe, dans laquelle au lieu de la ſomme des deux lignes tirées des foyers, c'eſt leur produit qui eſt toujours égal à celui des deux parties du grand axe déterminées par un foyer. Cette ellipſe répond mieux aux obſervations céleſtes, ſi quelque courbe réguliére y répond exactement.

Le ſoleil eſt plus proche de nous en hyver de plus d'un million de lieuës, comme il eſt manifeſte par la plus grande apparence de ſon diſque, qui va en hyver juſqu'à 32. minutes, 37. ſecondes & 24. tierces, & par ſa diminution en été, n'aïant alors que 31. minutes, 32. ſecondes, 49. tierces à peu près. D'où l'on tire le rapport de la plus grande à la plus petite diſtance du ſoleil à la terre comme 101688. à 98312. dont la différence eſt de 3376. La moitié (1688.) de cette différence meſure la plus grande excentricité de l'orbite de la terre, ſuivant M. Caſſini. Mais je ſoupçonne que les réfractions augmentées en hyver entrent pour beaucoup dans l'augmentation du diſque ſolaire, & qu'on doit en conclure

per ſa circonférence concave, ſous quelque angle que ce ſoit, ſe reflechiſſent touts dans l'autre foyer & s'y réüniſſent : comme auſſi deux lignes tirées des deux foyers à un même point de la circonférence ſont égales, priſes enſemble, au grand axe.

une moindre excentricité de cette orbite. Le périhélie de la terre rend ſon mouvement vers le ſolſtice d'hyver, plus promt d'environ une quinziéme partie, parce que la viteſſe des couches d'un fluide plus voiſines d'un centre actif doivent être accélérées : d'où il arrive, que depuis l'équinoxe du printems, juſqu'à l'équinoxe d'automne, il y a environ huit jours de plus, que de l'équinoxe d'automne à celui du printems, la terre demeurant dans les ſignes Méridionaux ſept jours & dix-huit heures environ plus long-tems que dans les ſignes (1) Septentrionaux.

Le tourbillon du ſoleil reſſerré par pluſieurs autres tourbillons ne peut conſerver une figure circulaire. La preſſion des
PL. 14. FIG. 1. tourbillons environnants aïant changé ſa circonférence (2) en elliptique, de là s'enſuivent néceſſairement l'excentricité

(1) *Le pôle que nous voïons, eſt nommé Arctique, du nom Grec de l'ourſe, parce que l'étoile polaire qui n'eſt qu'à deux degrés 17. minutes environ du pôle, eſt la derniére des ſept étoiles de la petite ourſe, vis-à-vis & dans l'alignement des deux derniéres étoiles de la grande ourſe.*

(2) *Pour expliquer cette inégalité du mouvement de la Terre, Copernic, ſuivant le ſyſtême de Ptolémée, la faiſoit mouvoir dans un épicycle. Képler a quitté l'idée de ce double cercle, en changeant la courbe circulaire du Zodiaque en elliptique.*

& les apſides des planétes, les différentes apparences de leurs viteſſes & les inclinaiſons de leurs axes. Cette cauſe influë ſur toutes les autres qui ont été expliquées ; & toutes enſemble produiſent un méchaniſme, dont les rapports ſont trop marqués pour n'y pas appercevoir un deſſein uniforme.

Quoique les planétes ne ſoient pas dans le plan de l'équateur de la révolution du ſoleil ſur ſon axe, il eſt évident que la révolution annuelle de la terre & celles des autres planétes autour du foyer commun doivent répondre au milieu de l'axe du tourbillon ſolaire, ou que la différence eſt très-petite & preſqu'inſenſible : car ſi la terre étoit plus près d'un pôle du tourbillon que de l'autre, l'horizon oblique ne couperoit pas l'équateur terreſtre en deux également ; & les jours ne pourroient jamais être égaux aux nuits dans la ſphére oblique; ce qu'il eſt aiſé de démontrer par la ſphére artificielle.

Le mouvement des planétes (1) ſur leur axe n'a aucun rapport avec leur ré-

(1) *Jupiter, qui ne tourne autour du foyer commun qu'en onze ans & deux cents vingt-ſix jours, tourne ſur ſon axe en neuf heures cinquante-ſix minutes. Mars qui met une année, trois cents vingt & un jours & dix-huit heures à ſa*

volution autour de leur foyer commun. Jupiter, par exemple, qui achéve ſa révolution autour du ſoleil en beaucoup plus de tems que la terre, tourne plus vite ſur ſon axe que le globe terreſtre. Venus, au contraire, qui met moins de tems que la terre à tourner autour du ſoleil, ſe meut (1) avec beaucoup plus de

révolution autour du ſoleil, n'emploie à tourner ſur ſon centre que vingt-quatre heures quarante minutes. Le diamétre de la Terre eſt de 6538594. toiſes : ſa circonférence eſt donc de 20541600. toiſes, puiſque le diamétre d'un cercle eſt à ſa circonférence comme 7. à 22. ou comme 113. à 355. Chaque point de la ſurface de l'équateur de la Terre parcourt autant de toiſes en 24. heures, & par conſéquent environ 230. toiſes dans une ſeconde. Or un boulet de canon parcourt 100. toiſes dans le même tems ; il s'enſuit que chaque point de l'équateur terreſtre tourne deux fois, & un tiers environ plus vite qu'un boulet de canon n'avance en ligne droite. Le diamétre & par conſéquent la circonférence du ſoleil ſont environ cent fois plus grands que ceux de la Terre ; or il emploie 25. jours & demi dans une révolution autour de ſon axe : il tourne donc environ quatre fois plus vite que la Terre ; ainſi ſon Equateur ſe meut environ neuf fois & un tiers auſſi vite qu'un boulet de canon. Jupiter achevant ſa révolution ſur ſon axe en moins de dix heures, & ſa circonférence étant un peu plus de dix fois plus étenduë que celle de la Terre, l'équateur de Jupiter ſe meut autour de ſon axe environ 28. fois plus vite que la Terre, & 65. fois plus vite qu'un boulet de canon.

(1) *Caſſini obſerva le mouvement de Venus par*

ſenteur autour de ſon axe : c'eſt que ces deux révolutions ont des cauſes en partie fort différentes. La révolution d'une planéte autour du foyer commun, dépend de la grandeur de ſon orbite & de la viteſſe du fluide qui l'entraine : au lieu que la révolution autour de l'axe a ſon origine dans les mouvements intérieurs de la planéte cauſés par le différent mélange des trois éléments dont elle eſt compoſée & dans la diſpoſition de ſa ſuperficie & de ſes pores pour donner plus ou moins de priſe à l'impulſion du fluide qui l'environne.

Il ſe préſente trois difficultés concernant le méchaniſme général du ſyſtême planétaire. La premiére eſt que toutes les ſphéres centrales, dont les révolutions

Premiére difficulté du méchaniſme des tourbillons.

un brillant particulier remarqué ſur cette Planéte. Il trouva ſa révolution ſur ſon axe bizarrement dirigée du Sud au Nord ; & il en détermina le tems environ à 23. heures. Caſſini du progrès de l'aſtronom. Bianchini aïant obſervé Venus avec un téleſcope de 150. palmes monté par l'ordre de M. le Cardinal de Polignac, a conclu de la révolution des taches de cette planéte, qu'elle tourne ſur ſon axe, non en 23. heures, mais ſeulement en 24. jours & huit heures, ſuivant un mouvement dirigé du Nord au Sud. M. Caſſini concilie les deux apparences de directions contraires, en faiſant voir que l'un des Aſtronomes a obſervé l'hémiſphére ſupérieur & l'autre l'hémiſphére inférieur de la planéte. M. Caſſini, Elem. d'aſtron. liv. 7. c. 1.

ſur leurs axes nous ſont connuës, tournent moins vite autour de leurs axes, que les globes dépendants de l'activité de ces ſphéres n'achevent leurs révolutions autour d'elles; quoique cependant, par une loi en apparence contraire, chacun de ces globes dépendants de l'activité des ſphéres centrales, c'eſt-à-dire, chacune des planétes principales ou ſecondaires achéve l'orbite de ſon mouvement propre avec d'autant plus de viteſſe qu'elle eſt plus voiſine de la ſphére centrale de ſon tourbillon. Mais puiſque le Phénoméne eſt général & uniforme, nous avons plus d'intéreſt & en même tems plus d'eſpérance d'en trouver le méchaniſme. Commençons par nous aſſurer de l'effet dont nous tâcherons de découvrir la cauſe.

Viteſſe de la lune. La lune étant éloignée du centre de notre tourbillon d'environ 60. demis-diamétres de la Terre, l'orbite qu'elle décrit autour de ce centre eſt 60. fois auſſi grande que celle que parcourt un point de l'équateur de la Terre : & par conſéquent, la lune a 60. fois plus de chemin à faire pour achever la révolution de ſon orbite, qu'un point de l'équateur terreſtre pour achever la ſienne. Ainſi la lune parcourant toute ſa carriére en 60. jours, iroit encore auſſi vîte que la Terre qui tourne en un jour. Si la révolution de la lune s'a-

chevoit en 30. jours, ſa vîteſſe ſeroit double de celle de la Terre : la lune n'employant qu'un peu plus de 27. jours & demi à faire ſon tour, il s'enſuit que ſa vîteſſe eſt un peu plus que double de celle de la Terre. La lune, en décrivant des arcs deux fois plus grands que ceux de la Terre en tems égaux, forme dans ſon propre cercle des ſecteurs 30. fois moindres que la Terre dans le ſien : mais l'étenduë des ſecteurs dépend de celle des orbites ; au lieu que la grandeur des arcs répond à la vîteſſe de la Planéte. Or c'eſt un principe conſtant de méchaniſme, qu'un mobile entrainé ſans obſtacle par un fluide, doit à la longue avoir la même vîteſſe que le fluide même. Il eſt également certain que la ſphére centrale ne peut pas communiquer à la couche du fluide, qui l'environne immédiatement, plus de mouvement qu'elle n'en a elle-même. Il faut donc avoüer que la couche de l'atmoſphére, où la lune eſt ſuſpenduë à l'extrémité du tourbillon particulier de la Terre, circule avec une viteſſe double de la couche voiſine de la ſuperficie du globle terreſtre. J'expoſe l'objection dans toute ſa force.

Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1709. p. 145.

Le premier ſatellite de Jupiter en eſt éloigné de cinq demis-diamétres de cette planéte & deux tiers : & comme le dia-

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1716.

métre de Jupiter eſt dix fois plus grand que celui de la Terre, ce ſatellite eſt éloigné de Jupiter de près de 57. demis-diamétres de la Terre, à peu près autant que la lune l'eſt de la Terre. Il fait ſa révolution autour de Jupiter en un jour, dix-huit heures, vingt-huit minutes, trente-ſix ſecondes. Il ſurpaſſe donc en accélération réelle ſa planéte principale de près d'un tiers. La révolution du premier ſatellite détermine celle de touts les autres proportionnément à leurs diſtances, ſelon la régle de Képler; il s'enſuit donc que les couches de l'atmoſphére de Jupiter circulent aux mêmes hauteurs avec beaucoup plus de viteſſe que celles de la Terre; ce qui, pour l'obſerver en paſſant, eſt très-conforme au méchaniſme des tourbillons, puiſque Jupiter 1170. fois plus gros que la terre, & qui ne met que 9. heures & 56. minutes à tourner ſur ſon axe, doit imprimer à ſon tourbillon particulier une vélocité beaucoup plus grande que le globe de la terre beaucoup plus petit ne la peut imprimer au ſien, en ne tournant ſur ſon axe qu'en 23. heures & 56. minutes.

Viteſſe du tourbillon de Jupiter.

En raiſonnant de la même maniére ſur Saturne, dont le diamétre eſt à peu près égal à Jupiter, on trouve que ſon premier ſatellite eſt un peu plus lent que

Viteſſe du tourbillon de Saturne.

celui de Jupiter, mais toujours beaucoup plus vite que la lune. Il y a donc moins de viteſſe dans le tourbillon de Saturne que dans celui de Jupiter, mais beaucoup plus que dans celui de la Terre. La révolution de Saturne ſur ſon axe eſt inconnue. L'apogée & le périgée de la lune, & les excentricités des ſatellites ont les mêmes cauſes que les excentricités des Planétes principales, ſçavoir l'inclinaiſon de leur axe ſur leur orbite, la direction de leurs files magnétiques, la forme irréguliére du Tourbillon de leur Planéte principale, qui s'ajuſte à la forme irréguliére du Tourbillon du Soleil. Ces mouvements de la lune ont cauſé beaucoup d'embarras & de travail aux Aſtronomes, parce qu'ils étoient dans le principe de rapporter le cours de touts les aſtres à des orbites circulaires.

Maintenant ſi nous examinons les viteſſes des Planétes (1) principales, nous trouverons que par l'accélération de leurs mouvements dans leurs orbites, elles ſurpaſſent toutes le mouvement du ſoleil autour de ſon axe; mais que la viteſſe

(1) *Il y a ſix Planétes principales, Mercure, Venus, la Terre, Mars, Jupiter, & Saturne: & dix Planétes ſecondaires, la lune ſatellite de la Terre, 4. ſatellites de Jupiter, & 5. de Saturne.*

relative entr'elles augmente dans une plus grande proximité de ce foyer commun des ellipſes. Evaluons les diſtances en diamétres de la Terre.

MM. Caſſini, Godin, &c.

Le diamétre du ſoleil a cent fois plus d'étenduë que le diamétre de la Terre, & le globe ſolaire eſt un million de fois plus gros ; il tourne ſur ſon axe en vingt-cinq jours & demi. Quelque planéte que nous lui comparions, la viteſſe de la planéte ſurpaſſera de beaucoup celle du ſoleil.

Viteſſe de Mercure comparée à celle du Soleil.

Le diamétre de Mercure eſt le tiers du diamétre de la Terre. Il eſt éloigné du ſoleil dans ſa moïenne diſtance de quatre mille deux cents cinquante-ſept diamétres de la Terre. Il ne met que 88. jours à tourner autour du ſoleil. Il n'emploie donc qu'un tems environ triple & demi du tems de la révolution ſolaire à parcourir un eſpace plus de 85. fois plus grand. Ainſi ſa viteſſe ſurpaſſe près de 25. fois la viteſſe du ſoleil.

Viteſſe de Venus.

Le diamétre de Venus eſt égal à celui de la Terre. Venus dans ſa moïenne diſtance eſt éloignée du ſoleil de ſept mille neuf cents cinquante diamétres de la Terre : elle parcourt ſon orbite en 224. jours & 7. heures. Venus fait donc environ 159. fois plus de chemin qu'un point de l'Equateur du ſoleil en un tems

environ huit fois & trois quarts plus long ; & ſa viteſſe ſurpaſſe environ 19. fois la viteſſe du ſoleil.

Le diamétre de la Terre eſt de deux mille huit cents ſoixante cinq lieuës des 25. au degré, ou 2280. toiſes. Dans ſa diſtance moïenne, la Terre eſt éloignée du ſoleil d'onze mille de ſes propres diamétres. Elle parcourt ſon orbite d'environ ſoixante ſix mille de ſes diamétres en 365. jours, 5. heures, & environ 49. minutes. La Terre emploie donc environ quatorze fois & un tiers plus de tems à faire deux cents vingt fois plus de chemin qu'un point de l'Equateur du ſoleil. Ainſi la révolution de la Terre dans ſon orbite a plus de quinze fois plus de viteſſe que la rotation du ſoleil ſur ſon axe. Viteſſe de la Terre.

Le diamétre de Mars n'eſt que des trois cinquiémes du diamétre de la Terre. Il tourne ſur ſon axe en 24. heures 40. minutes. Sa moïenne diſtance du ſoleil eſt de ſeize mille ſept cents ſoixante & quatre de ces diamétres. Il achéve ſon orbite en un an, 321. jours, & 18. heures. Il décrit donc en un tems environ 27. fois plus long une courbe plus de 335. fois plus étenduë que celle qui eſt parcouruë par l'Equateur du ſoleil : d'où il réſulte que l'accélération de Mars dans ſon orbite ſurpaſſe de plus de Viteſſe de Mars.

douze fois & trois quarts celle de l'Equateur ſolaire autour de ſon axe.

Viteſſe de Jupiter. La moienne diſtance de Jupiter, à l'égard du foyer commun des Planétes eſt de cinquante ſept mille cent diamétres de la Terre. Il parcourt ſon orbite en onze ans & 226. jours, ou en 4326. jours. Jupiter n'emploie donc qu'un tems environ 169. fois plus long pour faire dans ſon orbite 1142. fois plus de chemin, que l'Equateur du ſoleil n'en fait autour de ſon axe: ce qui donne la viteſſe de Jupiter environ ſix fois & trois quarts plus accélérée que celle de cet Equateur.

Le globe de Saturne eſt 980. fois plus gros que la Terre, les ſphéres étant entr'elles comme les cubes de leurs diamétres; car le diamétre de Saturne en contient près de dix du globe terreſtre. Dans ſa diſtance moïenne, il eſt éloigné du ſoleil de cent quatre mille neuf cents dix-huit diamétres de la Terre. Il achéve en 29. ans & 151. jours, ou en 10747. jours de décrire ſon ellipſe autour du foyer commun. Il parcourt donc un eſpace plus de 2098. fois plus étendu que la courbe décrite par l'Equateur ſolaire, en un tems plus long d'environ 420. fois: en ſorte que la combinaiſon de ces deux termes fait connoître la viteſſe de Satur-

de près de cinq fois plus accélérée que celle de l'Equateur ſolaire. Quelle diſproportion de toutes ces viteſſes à des progreſſions décroiſſantes en raiſon inverſe des quarrés des diſtances !

Mais il ſemble d'abord que les notions du ſyſtême planétaire, telles que je viens de les expoſer & qu'elles ſont reçues de tous les Aſtronomes, ſont peu d'accord avec des loix générales & uniformes d'un méchaniſme phyſique. Comment attribuer à la ſphére centrale du ſoleil le principe de tout le mouvement du Tourbillon, puiſque cette ſphére eſt de toutes celles qui y ſont contenuës celle qui a le moins de viteſſe ? Par quelle eſpéce inconnuë de méchaniſme peut-on expliquer une viteſſe qui ſe rallentit dans le centre, tandis que d'un autre côté, elle décroît en approchant de la circonférence ? Pour répondre à cette difficulté, il faut remonter à des principes qui feront connoître l'intime liaiſon de nos loix méchaniques.

Nous avons remarqué que de toutes les parties de la ſurface des corps lumineux, il ſe fait des éruptions de particules maſſives du 3. élément, qui emportées par le mouvement de la matiére ſubtile répandent & pouſſent de toute part les files des globules dans leſquels

conſiſte la lumiére : que des corps opaques il ſe fait des écoulements d'une matiére magnétique fort abondante, dont une partie s'éléve dans les airs, & forme les météores, & l'autre repouſſée par le fluide circulaire s'échape ſuivant un mouvement dirigé dans le ſens des méridiens : que d'un autre côté, la matiére du premier élément, qui continuë ſon mouvement en ligne droite, repouſſe touts les corps qui ont le plus de matiére propre vers le centre ou vers le côté foible, c'eſt-à-dire, d'où il arrive moins de matiére ſubtile, & que c'eſt la raiſon qui précipite ces corps perpendiculairement ſur la ſuperficie des ſphéres centrales. L'atmoſphére voiſine du ſoleil doit être, ſuivant la remarque de Hartſoëker, un fluide plus épais que le vif argent. Or la plûpart des matiéres qui compoſent ce fluide ont un mouvement direct, ſuivant que nous venons de l'établir, à cauſe des éruptions de matiére, qui ſortent des globes. Touts ces mouvements en droite ligne embarraſſent, traverſent, & retardent le mouvement circulaire dans les couches du fluide les plus voiſines du globe.

Ce n'eſt donc qu'à quelque diſtance des ſphéres centrales, ce n'eſt qu'à une certaine hauteur de l'atmoſphére, que

la force du mouvement circulaire ſe déploie, de même que la poudre, en commençant à s'enflammer, n'eſt pas encore capable, à beaucoup près, de produire tout ſon effet. Mais lorſque le mouvement central a acquis toute ſa puiſſance, ſoit par des révolutions réitérées du globe qui parcourt un beaucoup moindre eſpace, ſoit parce que la couche de l'atmoſphére eſt dégagée de cette quantité immenſe de mouvements directs d'une matiére compacte, qui, comme autant de petits coins, rallentiſſoient ſon activité; alors le mouvement central exerce toute ſon impreſſion ſur les couches du fluide & ſur les globes qui y ſont contenus; & plus l'impreſſion eſt proche, plus ces couches du fluide & ces globes ſont déterminés méchaniquement à la ſuivre. Ainſi ce n'eſt pas tant la ſphére centrale, qui imprime immédiatement le mouvement circulaire le plus fort au Tourbillon, que cette partie de ſon atmoſphére, qui circule avec plus de viteſſe à une certaine hauteur; & il y a lieu de penſer que dans le Tourbillon du ſoleil cette hauteur de l'atmoſphére ne s'éloigne pas de la région de Mercure. C'eſt de là qu'émane la plus grande viteſſe qui ſe communique à toutes les couches du fluide, & qui va enſuite en diminuant juſqu'à

l'extrémité du Tourbillon, à meſure que les couches, & les globes qui y ſont ſuſpendus, s'éloignent de ce principe d'activité. Ce qui vient d'être expliqué de l'atmoſphére du ſoleil, doit s'entendre également des atmoſphéres & des tourbillons particuliers de toutes les Planétes : & c'eſt une cauſe très-phyſique d'un moindre mouvement central, en même tems qu'on voit toutes les viteſſes diminuer depuis Mercure incluſivement juſqu'à Saturne, & de uis le ſatellite le plus proche, ſoit de Jupiter ; ſoit de Saturne, juſqu'à celui qui en eſt le plus éloigné.

Cependant ces viteſſes ne ſe rallentiſſent pas aſſez, même à l'extrémité du Tourbillon, pour n'y pas ſurpaſſer encore de beaucoup celle de la révolution du ſoleil ſur ſon axe au foier commun des ellipſes : de même que la lune, à l'extrémité de l'atmoſphére terreſtre, ſurpaſſe plus de deux fois la viteſſe du mouvement de la Terre ſur ſon axe, & que les ſatellites de Jupiter ſurpaſſent auſſi, par les viteſſes de leurs révolutions dans leurs orbites, celle de la révolution de Jupiter ſur ſon axe. Outre ce qui vient d'être obſervé, que la plus grande activité centrale n'eſt pas dans les couches du fluide qui environnent immédiatement le

le ſoleil ou les Planétes principales, il eſt encore à conſidérer que les révolutions réïtérées des ſphéres centrales en tems égaux augmentent les viteſſes des couches éloignées.

Quoique les Planétes inférieures circulent avec plus de viteſſe, la loi du mouvement circulaire ne les éléve pas vers la circonférence, parce que cette viteſſe eſt compenſée par une augmentation de peſanteur, qui les repouſſe en même tems vers le centre : & lorſqu'une même Planéte, en décrivant la courbe à laquelle ſa révolution eſt aſſujétie par la forme irréguliére du Tourbillon, paſſe du périhélie à l'aphélie, ſa viteſſe diminuant à cauſe de ſon éloignement de l'activité centrale, ſa peſanteur diminuë auſſi ; la Planéte étant alors à proportion moins expoſée au choc de la matiére ſubtile, dont le mouvement direct traverſe le fluide circulaire.

Seconde difficulté du méchaniſme planétaire.

La ſeconde difficulté du Méchaniſme Planétaire, c'eſt l'exception qui a été remarquée concernant Venus. Dans le tems que toutes les planétes principales ou ſecondaires, dont on a pu obſerver les révolutions centrales, tournent toutes d'Occident en Orient, tant ſur leurs axes qu'en parcourant leurs orbites, Venus qui ſuit la même direction en tournant

autour du ſoleil, a ſur ſon axe un mouvement ſingulier & bizarre du Nord au Sud. En refléchiſſant ſur cette direction extraordinaire du mouvement central de Venus, le méchaniſme s'en découvre par les mêmes principes qui viennent d'être expliqués. Pluſieurs de ces mouvements directs, qui ſont mêlés au mouvement circulaire auprès de la ſuperficie du globe, peuvent s'étendre & conſerver de la force juſqu'à la région de Venus, qui ne s'éloigne jamais du ſoleil de plus de 48. degrés: & quoiqu'ils ne puiſſent apporter aucun changement à la révolution de Venus dans ſon orbite, où cette planéte eſt retenuë par toutes les couches du fluide qui conſpirent à la même direction, il peut ſe faire très-méchaniquement que l'action de ces mouvements directs ſur le globe de Venus, très-diſpoſé à ſuivre toute ſorte d'impulſions à l'égard de ſa révolution centrale, lui imprime une direction conforme à celle qu'ils ſuivent eux-mêmes, & la détermine à tourner ſur ſon axe du Nord au Sud: de même qu'un vent qui couperoit à angles droits le cours d'un fleuve, feroit tourner, dans la direction de ſon ſouffle, un globe de liége qui ne laiſſeroit pas de ſuivre le courant de ces eaux. Il eſt vraiſemblable que ſi la ré-

volution centrale de Mercure, qui eſt encore plus proche du ſoleil que Venus, pouvoit être obſervée, on lui trouveroit pareillement cette révolution du Nord au Sud.

Troiſiéme difficulté du méchaniſme planétaire.

La troiſiéme difficulté du Méchaniſme Planétaire a été déja propoſée, & quelques Aſtronomes Phiſiciens en ont publié des ſolutions. Toutes les planétes, dont la révolution centrale eſt connuë, excepté Venus, tournent d'une maniére uniforme ſur leurs axes, en ſorte que dans la rotation du globe d'Occident en Orient, l'hémiſphére inférieur tourne d'Orient en Occident, & dans un ſens contraire à celui du fluide qui entraine la planéte. Ce phénoméne général ſemble contraire au méchaniſme, puiſque les planétes inférieures, ou la même planéte dans le périhélie, circulant avec plus de viteſſe, c'eſt une preuve que les couches inférieures du tourbillon, ou les plus proches de l'activité centrale qui leur communique le mouvement, ont plus de force circulaire, & que par conſéquent, ces couches inférieures devroient agir avec plus de force ſur l'hémiſphére inférieur de la planéte qui leur répond, & faire tourner cette partie du globe dans le même ſens qu'elle, d'Occident en Orient. On voit, au contraire,

que l'hémiſphére ſupérieur (1) de la planéte prend la direction du tourbillon par lequel elle eſt emportée ; que par conſéquent, le tourbillon agit plus ſur cet hémiſphére que ſur l'inférieur. *On n'a fait que de vains efforts pour ſe tirer de là.*

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1729.

M. Villemot, nouveau ſyſtéme.

M. Villemot a tâché de concilier le Phénoméne avec le Méchaniſme. Il a prétendu que la viteſſe & la force d'impulſion étant plus grande dans les couches qui répondent à l'hémiſphére inférieur, les couches ſupérieures alloient moins vite que la planéte, & qu'elles tendoient à laiſſer un eſpace vuide entr'elles & le globe ; tandis que le fluide oppoſé à l'hémiſphére le plus proche du centre tendant à une plus grande viteſſe que celle de la planéte, eſt obligé de ſortir en partie du lieu qu'il occupoit, & de paſſer dans celui où il trouve moins de réſiſtence : qu'ainſi cette impulſion redoublée contre l'hémiſphére ſupérieur l'oblige de tourner dans le même ſens que le fluide, ce qui doit néceſſairement déterminer l'hémiſphére inférieur à une rotation contraire, d'Orient en Occident.

(1) *Le mouvement propre de touts les ſatellites, de même que celui des Planétes principales, ſe fait auſſi d'Occident en Orient dans la partie ſupérieure de ces globes.*

Mais la Hire a ſoutenu que c'étoit fonder un méchaniſme ſur ce qui lui eſt directement oppoſé, puiſque la couche du fluide, reconnuë pour avoir le plus d'impulſion & de force, doit agir le plus puiſſamment ſur la partie du globe qui lui répond; que frappant l'hémiſphére inférieur, c'eſt celui qui doit prendre la direction du mouvement du fluide, & que le globe doit tourner ſur ſon axe dans le ſens oppoſé au tourbillon. M. de Moliéres prenant le parti de M. Villemot, convient avec la Hire *que la Planéte ne pouvant aller auſſi vite que le courant qui répond à l'hémiſphére le plus proche du centre, ce courant la feroit mouvoir d'Orient en Occident, s'il pouvoit paſſer au-deſſous de cet hémiſphére, entre cet hémiſphére & le centre. Mais s'il eſt vrai, comme on n'en peut douter, que le fluide pouſſé ſe porte toujours du côté où il trouve le moins de réſiſtence, le courant ne peut y paſſer, parce qu'il y trouvera plus de réſiſtence dans un courant plus fort, qu'il ne trouvera vis-à-vis l'hémiſphére le plus éloigné du centre, où les couches moins rapides tendent à laiſſer un eſpace vuide.* *Leçons phyſiq. leçon 15. prop. 6.*

Les viteſſes inégales du fluide, ſuivant les différentes hauteurs qui répondent à l'hémiſphére ſupérieur ou inférieur de la planéte, ne ſont pas admiſſibles ici, ces hauteurs n'étant pas à conſidérer par rap-

port à celle du tourbillon, & les viteſſes du fluide pouvant tout au plus devenir inégales par les apſides, & non par l'épaiſſeur d'une planéte. Mais ſi ces inégalités de viteſſe avoient lieu, ſi elles opéroient quelque effet dans une auſſi petite différence d'eſpace, ce ſeroit l'effet qui leur étoit attribué par la Hire, d'exercer plus d'impulſion ſur la partie du globe qu'elles frapperoient, n'y aïant aucune raiſon pour qu'elle leur réſiſtât davantage : car il eſt inconcevable qu'une couche du fluide, qui auroit plus de viteſſe & de force, ne produiſît pas ſon effet ſur l'hémiſpére qu'elle frapperoit, & qu'elle ſe détournât comme ſi elle étoit arrêtée par l'hémiſphére inférieur, pour tranſporter ſon action ſur l'autre hémiſphére.

D'autres Phyſiciens ont imaginé un méchaniſme plus compoſé. *On pourroit ſuppoſer*, ont-ils dit, *& c'eſt une idée très-phyſique, que les Planétes ne ſont pas d'une matiére uniforme ni également diſtribuée autour de leur centre de figure. En ce cas là, elles ont un centre de gravité différent de celui de figure ; & comme par une loi de méchanique, le centre de gravité deſcend toujours ou ſe place le plus bas qu'il eſt poſſible, lorſqu'une planéte eſt en équilibre ainſi qu'il faut la concevoir dans le*

Hiſt. de l'Acad. ann. 1729.

tourbillon ; ou plus préciſément dans les couches du tourbillon qui l'embraſſent & l'emportent, ſon centre de gravité ſe trouve plus bas par rapport au ſoleil que le centre de figure. De-là il ſuit que ſi l'on tire par le centre du ſoleil au centre de gravité de la planéte une ligne, & à cette ligne une perpendiculaire qui paſſe par le centre de figure de la planéte, & y détermine deux hémiſphéres égaux, l'un ſupérieur par rapport au ſoleil, l'autre inférieur, le ſupérieur ſe trouvera plus léger ; puiſqu'il ſera tout entier au-deſſus du centre de gravité. Il aura donc moins de maſſe, & par conſéquent le fluide y fera plus d'impreſſion, & le fera tourner plus aiſément. Tout cela eſt vrai : mais ſans compter qu'il faudroit encore avoir égard à une moindre viteſſe du fluide qui frappe l'hémiſphére ſupérieur, il ne s'enſuit pas de là tout ce qu'on voudroit. Il arrivera ſeulement que le fluide qui aura pouſſé avec plus de force d'Occident en Orient l'hémiſphére ſupérieur, lui donnera vers l'Orient une certaine inclinaiſon qu'il n'avoit pas. Le centre de gravité ne ſera plus comme il étoit dans la ligne tirée du centre du ſoleil au centre de figure de la planéte ; il en ſortira un peu & montera d'autant vers l'Occident : par conſéquent, la partie la plus peſante de la planéte montera auſſi un peu vers l'Occi-

dent, & il s'en presentera une plus grande étenduë au fluide qui vient de ce côté-là, jusqu'à ce qu'il ait perdu tout l'avantage qu'il avoit dans le premier cas. Mais ces effets une fois produits, il n'y aura rien de plus, puisque tout sera en équilibre: la Planéte ira dans sa nouvelle situation ou position par rapport à la couche où elle est, & conservera cette position, puisqu'aucune cause ne tend à l'en faire sortir. Elle ne tournera donc plus sur elle-même; il faudroit pour cela une cause dont l'action se renouvellât toujours, & qui ne fût, pour ainsi dire, jamais satisfaite.

M. de Mairan ne pouvant se contenter de ces explications méchaniques, s'est engagé dans une route nouvelle, ne prétendant donner que des conjectures. *Toutes ses idées roulent sur l'application d'un principe reçu aujourd'hui de touts les Philosophes, que les corps qui pésent vers un point central, comme les corps terrestres vers le centre de la terre, les planétes vers le soleil, pésent d'autant plus que le quarré de leur distance à ce point central est plus petit. Cela posé, lorsqu'une planéte est en équilibre dans une couche du tourbillon, son hémisphére supérieur par rapport au soleil est moins pesant de cela seul qu'il est le supérieur & le plus éloigné du soleil: le fluide peut donc plus aisément emporter, selon sa direction*

Hist. de l'Acad. des Scienc. ann. 1729.

d'Occident en Orient, cet hémiſphère qui réſiſte moins : & comme il ne ſçauroit lui donner aucun mouvement, ſans en faire deſcendre une partie, & ſans faire monter en même tems une partie égale de l'hémiſphére qui étoit l'inférieur, il agit avec le même avantage contre cette nouvelle partie devenuë moins peſante par ſa ſeule poſition, & toujours ainſi de ſuite. Ce n'eſt plus ici le cas où deux hémiſphéres inégalement peſants l'étoient par leur nature & conſtamment, & où la planéte prenoit ſeulement une certaine inclinaiſon, & s'y tenoit ſans tourner. Ce principe de rotation perpétuelle pourroit cependant être inutile: car d'un côté, le fluide qui frappe l'hémiſphére ſupérieur, a certainement le déſavantage d'avoir moins de viteſſe. Il reſte donc à calculer le pour & le contre ; & les fondements du calcul ſont que l'hémiſphére ſupérieur eſt le moins peſant en même raiſon que le quarré de la diſtance de l'inférieur au ſoleil eſt moindre ; que la viteſſe du fluide à une diſtance quelconque du ſoleil eſt en raiſon renverſée de la racine quarrée de cette diſtance, & que parce qu'il eſt fluide, ſon impreſſion ſur un corps eſt comme le quarré de ſa viteſſe. Sur cela M. de Mairan démontre d'une maniére très-ſimple qu'il reſte de l'avantage au fluide contre l'hémiſphére ſupérieur. Il eſt viſible par tout ce qui a été dit que ſelon la théo-

rie de M. de Mairan, la viteſſe de rotation dépend 1. de l'inégalité de peſanteur plus ou moins grande dans les deux hémiſphéres de la planéte. 2. De l'impreſſion plus ou moins forte du fluide. L'inégalité de peſanteur des deux hémiſphéres eſt plus ou moins grande ſelon la grandeur ou le diamétre de la planéte. L'impreſſion du fluide eſt plus ou moins forte ſelon le quarré de ſa viteſſe ; & ſa viteſſe eſt en raiſon renverſée de la racine quarrée de la diſtance au ſoleil, d'où il ſuit que la viteſſe de rotation eſt d'autant plus grande, que la planéte eſt plus grande & moins éloignée du ſoleil.

Je me ſuis aſſez expliqué d'avance ſur touts ces principes, pour n'avoir pas beſoin de répéter ici que je ne puis y adhérer. Mais il eſt trop important au méchaniſme général de faire connoître que cet aſſemblage de propoſitions y eſt directement contraire, pour n'en pas ſaiſir l'occaſion. Reprenons quelques-uns des principes qui viennent d'être expoſés : il ſera plus facile enſuite d'expliquer la véritable cauſe de la rotation de l'hémiſphére ſupérieur de la planéte ſuivant la direction du fluide.

Il a été établi comme une loi du méchaniſme, *que le centre de gravité deſcend toujours, ou ſe place le plus bas qu'il eſt*

poſſible, lorſqu'une planéte eſt en équilibre. Le principe eſt ſans difficulté dans le mouvement direct ; mais dans le mouvement circulaire, auquel on en fait ici l'application, il eſt démontré par toutes les expériences, comme nous en avons fait la remarque ailleurs, que le centre de gravité monte, au contraire, ou ſe place le plus haut qu'il eſt poſſible, dans le tourbillon où la planéte eſt en équilibre. Cet autre principe, *que touts les corps qui peſent vers un point central, péſent d'autant plus que le quarré de leur diſtance à ce point central eſt plus petit*, eſt reçu, à la vérité, de touts les Philoſophes : mais ſi l'on ſe rappelle ce qui a été obſervé à ce ſujet à la fin du chapitre de la phyſique, je ne penſe pas qu'il reſte aucune difficulté à n'admettre le principe qu'autant qu'on exclura de cette augmentation de peſanteur toute progreſſion des quarrés de diſtance. Il ſeroit impoſſible de concilier cette progreſſion avec la régle qui eſt établie, *que la viteſſe du fluide à une diſtance quelconque du ſoleil eſt en raiſon renverſée de la racine quarrée de cette diſtance.* Si la viteſſe des couches du tourbillon *eſt en raiſon renverſée de la racine quarrée des diſtances*, la différence de cette viteſſe eſt inſenſible dans l'épaiſſeur d'une planéte. Je ne puis admettre cet

autre principe, pour déterminer la viteſſe des couches du tourbillon, *que parce qu'il eſt fluide, ſon impreſſion ſur un corps eſt comme le quarré de ſa viteſſe.* Je ſuis perſuadé que dans les fluides comme dans les ſolides, la force eſt le produit de la maſſe par la viteſſe. On ne peut faire ſubſiſter en même-tems ces deux régles : *que l'impreſſion du fluide eſt plus ou moins forte ſelon le quarré de ſa vîteſſe, & que ſa vîteſſe eſt en raiſon renverſée de la racine quarrée de la diſtance au ſoleil.*

Les diſtances des aſtres reçuës par touts les Aſtronomes ne s'accordent pas avec pluſieurs principes que les Phyſiciens ſuivent comme des axiomes ; & c'eſt ce qui apporte le plus d'obſtacle à la découverte des théorêmes les plus importants. La ſolution de celui-ci va ſe trouver dans les principes contraires.

1. La matiére qui entraine le globe étant raréfiée & muë en tout ſens du côté de l'hémiſphére expoſé au ſoleil, par la chaleur de ſes raïons & par la réflexion qui s'en fait de toutes les parties du globe, le fluide agit avec moins de force ſur cet hémiſphére inférieur, qui eſt contraint de céder à l'impulſion accélérée de l'hémiſphére oppoſé, & de tourner d'Orient en Occident.

2. C'eſt une loi méchanique fondée ſur les expériences les plus certaines & les plus connuës, que dans un corps mu circulairement la partie ſupérieure eſt celle dont le mouvement a le plus de force, & qui tend à tourner avec le plus de viteſſe. Laiſſez tomber une boule qui ait un hémiſphére de plomb & un hémiſphére de bois, l'hémiſphére de plomb ſe tournera vers le centre : que la même boule livrée au mouvement circulaire décrive une courbe quelconque autour d'un centre, l'hémiſphére de plomb ſera tourné vers la circonférence. Ces deux loix des mouvements droit & circulaire ne peuvent être révoquées en doute par aucun de ceux qui y feront réflexion. De ce principe il réſulte une conſéquence très-ſure, que l'hémiſphére ſupérieur d'une planéte circule avec plus de force que l'hémiſphére le plus proche du ſoleil ; que ſuivant les loix méchaniques, l'hémiſphére ſupérieur de la planéte doit donc, préférablement à l'inférieur, céder à la direction du fluide, ſuivant laquelle l'hémiſphére ſupérieur tourne en effet d'Occident en Orient.

On peut me faire deux objections, au ſujet du principe que je viens d'établir : la premiére, que les corps graves devroient, dans chaque tourbillon, monter

à la circonférence, au lieu que nous les voïons tomber perpendiculairement au centre: la seconde, que dans le syſtême planétaire, bien loin que les viteſſes augmentent dans les couches les plus éloignées du centre, ces viteſſes décroiſſent depuis Mercure juſqu'à Saturne incluſivement, comme il eſt conſtaté par les calculs de leurs révolutions. Ces deux objections ont été prévenuës.

L'hypothéſe de la peſanteur, que j'ai expliquée, la faiſant réſider dans l'impulſion de la matiére ſubtile, qui par un mouvement direct traverſe le fluide circulaire, elle ſatisfait à l'objection fondée ſur la chute des corps perpendiculaire au centre. La force centrifuge des corps graves dans le mouvement circulaire n'eſt pas moins conſtatée, il eſt vrai, par les expériences que leur chute perpendiculaire au centre dans le mouvement direct: l'équilibre des planétes conſiſte donc en ce que, d'un côté, la loi du mouvement circulaire tend à les faire monter, & que de l'autre, le choc de la matiére ſubtile les repouſſe vers le centre.

La réponſe à la ſeconde objection eſt que dans le tourbillon du ſoleil, il faut diſtinguer deux ſortes de mouvements circulaires; le premier qui va en augmentant juſqu'à ce qu'il ait acquis toute ſa

force à une certaine diſtance ; le ſecond tranſmis à des diſtances fort éloignées de ſon origine. Dans le premier, les couches les plus éloignées du centre ont plus de force & de viteſſe : le ſecond ſe rallentit à proportion des diſtances ; (mais ſuivant une diminution fort éloignée de la raiſon inverſe des quarrés ;) de même que les ondes excitées dans un liquide par la chute d'un corps grave s'afoibliſſent peu à peu, juſqu'à ce qu'elles ceſſent entiérement à de grandes diſtances. Ces loix du mouvement circulaire ſont l'objet le plus important de la théorie du ſyſtême planétaire.

Nous ne ſuppoſons ici aucune inégalité dans la matiére qui compoſe les Planétes. Si cette inégalité s'y rencontroit, on ne les verroit pas circuler ſur leurs centres ; mais de même qu'un hémiſphére plus grave ſeroit toujours tourné du côté de la circonférence, l'hémiſphére ſupérieur de la planéte eſt toujours mû avec le plus de force ; il reçoit la plus grande quantité du mouvement circulaire ; & il doit, en prenant la direction du fluide, contraindre l'hémiſphére inférieur de tourner en un ſens contraire.

Après la ſolution des trois difficultés qui viennent d'être éclaircies, les objections de Newton contre les tourbillons,

ne peuvent paroître que très-foibles. Ce n'eſt que le grand nom de Newton qui m'engage à les rapporter ; car d'ailleurs elles ne méritent aucun égard. *Les Pla-*

Newt. lib. 3. princip. Math. ſchol. in fin. lib. 2.

nétes, dit-il, *parcourent des ellipſes dont le ſoleil eſt le foyer, & décrivent des aires proportionnelles aux tems. Or ce mouvement eſt impoſſible dans l'hypothéſe des tourbillons* Il prétend démontrer cette impoſſibilité en ſuppoſant trois cercles ; l'extérieur ſphérique aïant le ſoleil au centre, & les deux intérieurs excentriques. D'où il tire cette concluſion que le globe qui parcourt le cercle ſphérique a un mouvement uniforme, puiſqu'il décrit des aires proportionnelles aux tems ; au lieu que les ſphéres dont les révolutions ſont excentriques, iront plus lentement dans leur aphélie, & plus vite dans leur périhélie ; qu'il eſt impoſſible de concilier les loix Aſtronomiques avec le méchaniſme des tourbillons, parce que ces loix exigeront un mouvement retardé dans l'aphélie des planétes, lorſque le méchaniſme demandera un mouvement accéléré à cauſe du retréciſſement de leur paſſage. Il donne pour exemple la diſtance de Mars & de Venus, moindre d'un tiers, au commencement du ſigne des Poiſſons, qu'au commencement du ſigne de la Vierge, où eſt l'a-

phélie de Mars. La Terre, qui trouve, à ce qu'il prétend, ce paſſage reſſerré au commencement du ſigne des Poiſſons, devroit y avoir un mouvement accéléré d'un tiers, au lieu que ſon mouvement y eſt plus retardé qu'au commencement du ſigne de la Vierge. Cette objection n'attaque pas davantage les tourbillons, qu'elle ne montre de connoiſſance de l'aſtronomie dans ſon Auteur. 1. Les Carteſiens ne ſuppoſent aucun orbe ſphérique qui entoure les ellipſes. 2. Le paſſage de la Terre entre Venus & Mars ne ſeroit reſſerré, qu'en cas que leurs courants ſe rencontraſſent dans un même plan : mais ces trois orbites font entr'elles des angles très-étendus, & ſe trouvent à de fort grandes diſtances au commencement du ſigne des Poiſſons; en ſorte qu'elles ne peuvent alors influer réciproquement ſur leurs viteſſes. C'eſt comme ſi l'on prétendoit, ſuivant la comparaiſon ingénieuſe de M. de Moliéres, *qu'un étage du pont du Guart étant embarraſſé de voitures, le paſſage de ceux qui ſont ſur l'étage ſupérieur ou inférieur dût en être traverſé.* 3. M. de Moliéres obſerve *que vers les ſignes de la Vierge & des Poiſſons, ce n'eſt pas le plan de l'orbite de la Terre qui eſt entre les plans des orbites de Mars & de Venus, mais que c'eſt en effet le plan de*

Leçons phyſiq. leç. 16. prop. 16.

l'orbite de Mars qui eſt entre les plans des orbites de la Terre & de Venus, & que le plan de l'orbite de la Terre étant par delà les deux autres plans, le courant qui entraine la Terre, ne peut être reſſerré par les courants qui entrainent Mars & Venus.

Il n'eſt pas aiſé de ſçavoir ce que Newton a entendu lorſqu'il a démontré *qu'un corps mu dans un milieu également ſolide, perd* (1) *la moitié de ſa viteſſe, avant que d'avoir parcouru trois fois ſon diamétre.* Ce n'eſt pas aſſez dire; il n'y a aucune force phyſique qui pût faire parcourir à un corps trois fois ſon diamétre, dans un milieu de la même ſolidité dont il eſt lui-même; qui pût, par exemple, faire parcourir à un globe d'or trois fois ſon diamétre dans un eſpace qui réſiſteroit autant qu'un milieu d'or, ni à un globe de laine dans un milieu de laine. La raiſon alléguée par Newton eſt *qu'à chaque eſpace que le corps a parcouru égal à ſon diamétre, il a dû déplacer néceſſairement autant de la matiére du fluide qu'il en contient lui-même, & une matiére toute pareille à la ſienne par la ſuppoſition. Or il ne l'a pu ſans communiquer au fluide de ſa*

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1731.

(1) Globus planè ſolidus in iſtiuſmodi medio, amitteret ampliùs dimidiam ſui partem intereà dùm ſpatium ternas ſui diametros longum percurreret. *Newt. Optic. p. 313.*

force & de ſa viteſſe, & par conſéquent ſans en perdre autant, & cette perte ſe calcule. Cette difficulté, qui eſt nommée *une terrible objection*, ne peut s'appliquer aux tourbillons de des Cartes, où les ſphéres, bien loin de communiquer au fluide leur force & leur viteſſe, en reçoivent leur mouvement, & ne circulent qu'autant qu'elles ſont entrainées par l'impulſion de ce fluide.

Newton emploie avec peu de ſuccès la réduction à l'abſurde contre l'hypothéſe des tourbillons. *Si le fluide*, dit-il, *dans lequel le globe terreſtre nage, eſt plus ou moins denſe, le globe au lieu de revenir au point d'où il eſt parti, décrira une ſpirale dans ſa révolution, en approchant du centre ou de la circonférence. Si la denſité eſt égale, les parties du ſolide ſeront en équilibre avec les parties du fluide, & le globe alors pourra occuper toutes les places du tourbillon auſſi bien que le centre.* Il eſt aiſé de répondre 1. à l'égard du tourbillon particulier de la Planéte qui circule avec elle, qu'il ne faut pas la conſidérer comme un mobile plongé dans un fluide, mais qu'on doit ſe repréſenter un fluide qui participe aux mouvements du globe, comme une portion de la matiére éthérée entrainée par lui, & qui l'environne également de toute part. La Pla-

Newt. lib. 2. princip. Math. prop. 53.

néte ne traverſe pas ſon tourbillon particulier ; elle n'en reçoit pas non plus ſon mouvement : au contraire, c'eſt elle qui le forme, & qui y donne la loi. 2. A l'égard du tourbillon ſolaire, dont l'impulſion communique le mouvement à la planéte, il n'y a aucun inconvénient qu'un globe & un fluide ſoient en équilibre. Le globe ne ceſſe pas pour cela d'être ſolide ; ni ſon atmoſphére de conſerver ſa fluidité. Il peut y avoir un rapport d'équilibre entre des particules dont les unes ſont accrochées entr'elles, & les autres ne le ſont pas : de même qu'un morceau de bois, qui a une peſanteur proportionnée à celle d'un volume égal du fluide dont il occupe la place, eſt en équilibre dans une couche de ce courant qui l'entraine. Mais cet équilibre n'eſt pas tel que la planéte n'occupe en effet différentes places dans ce tourbillon, lorſqu'elle paſſe de ſon périhélie à ſon aphélie : & c'eſt une des loix du méchaniſme qui s'accordent le mieux avec les obſervations Aſtronomiques.

Les autres objections de Newton n'ont rien de plus ſolide. *Pour que le raïon* (1) *tiré de chaque planéte au ſoleil*, dit-il,

(1) Ut Planeta unus quiſque radio ad ſolem ducto areas deſcribat tempori proportionales, tempora periodica partium vorticis deberent

décrivît des aires proportionnelles aux tems, il faudroit que les tems périodiques des couches des tourbillons fuſſent en raiſon doublée des diſtances du ſoleil. (En effet, cette régle ſe trouve fauſſe partout où on l'applique : mais elle n'a rien de commun avec l'hypothéſe des tourbillons.) *Pour que les tems périodiques des planétes fuſſent dans la proportion de trois à deux des diſtances du ſoleil, il faudroit que les tems périodiques des couches du tourbillon fuſſent dans la même proportion des diſtances. Pour que les tourbillons des ſatellites puſſent continuer leurs révolutions, & ſe maintenir dans le tourbillon ſolaire, il faudroit que les tems périodiques de celui-ci fuſſent égaux. Or les révolutions du ſoleil & des planétes autour de leurs axes s'éloignent de toutes ces proportions.* Il eſt très-certain que les tems périodiques de ces révolu-

eſſe in duplicatâ ratione diſtantiarum à ſole. Ut periodica Planetarum tempora ſint in proportione ſeſquiplicatâ diſtantiarum à ſole, tempora periodica partium vorticis deberent eſſe in eâdem diſtantiarum proportione. Ut vortices minores circùm Saturnum, Jovem, & alios Planetas gyrati conſerventur, & tranquillè natent in vortice ſolis, tempora periodica partium vorticis ſolaris deberent eſſe æqualia. Revolutiones ſolis & Planetarum circùm axes ſuos ab omnibus hiſce proportionibus diſcrepant. *Newt. princip. Math. Schol. general. in fin. lib.* 3.

tions ne ſuivent pas en même tems des proportions contradictoires du double, de trois à deux, de l'égalité. Je me garderois bien d'expoſer ici ces idées : mais c'eſt du Newton tout pur : cela porte ſon excuſe.

L'objection ſur laquelle Newton paroit ſe fonder avec le plus de confiance, eſt tirée des cométes. *Il eſt* (1) *impoſſible*, dit-il, *que les tourbillons ſubſiſtent & puiſſent être conciliés avec les mouvements fort excentriques des cométes, qui les font errer dans toutes les parties du ciel.* Cette objection ſe rétorque contre Newton ; car les cométes ne ſont pas plus fidéles aux loix de l'attraction ; à moins que quelque Newtonien, à l'exemple du Maître, ne nous donne dans un calcul précis le degré de peſanteur réciproque de chaque planéte ſur chaque cométe ; car la préciſion des calculs ne coute rien à cette philoſophie. Dans le ſyſtême Cartéſien il eſt aiſé de répondre, touchant l'irrégularité du cours des cométes, que ces phénoménes paſſagers ne doivent pas ſuivre le mouvement des cieux des planétes. Si les cométes ne ſont autre choſe que des amas de matiére, irréguliers dans le tems de leur durée & dans leur cours,

(1) Feruntur cometæ motibus valdè excentricis in omnes cœlorum partes, quod fieri non poteſt, niſi vortices tollantur. *Princip. Math. Schol. gener. in fin. lib.* 3.

la cauſe qui les produit eſt auſſi celle qui dirige leur mouvement; comme les vents dans notre atmoſphére ont une égale violence en tout ſens, & ne ſont point aſſujettis au cours uniforme du fluide qui accompagne la révolution du globe terreſtre, ni aux loix de l'attraction Newtonienne. Si les cométes ſont des aſtres dont le cours ſoit réglé & qui ne ſoient viſibles pour nous, que lorſque leurs révolutions périodiques les ramenent aux confins de notre tourbillon, les cométes ſuivent le courant d'un fluide étranger, qui n'a rien de commun avec ceux de nos planétes. Alors les cométes ſont à peu près dans la région de Saturne, & peut-être même plus proches; car il eſt aſſez vraiſemblable que les courants d'un tourbillon peuvent pénétrer dans un tourbillon voiſin, à quelque diſtance, à peu près comme les eaux de la mer entrent dans un golphe, ou comme certains torrents entrent dans un fleuve, ſans mêler leurs eaux. Ces fluides des différents tourbillons ne ſe mêlent pas pour cela, & ne changent pas la direction de leur mouvement: ſur-tout ſi les matiéres, qui compoſent les tourbillons, ſont hétérogénes, comme quelques Phyſiciens l'ont penſé. Il faut donc avoüer que l'hypothéſe des tourbillons conſerve

toujours tout ce qu'elle a de phyſique, & qui rend leur exiſtence évidente. Touts les mouvements des planétes ſe font par des ellipſes, ou au moins par des courbes rentrantes en elles-mêmes : ils ſe font touts en même ſens, touts d'Occident en Orient. Ces révolutions ſi uniformes n'indiquent-elles pas leur principe dans un grand tourbillon d'une matiére fluide qui tournant d'un certain ſens emporte avec lui les planétes ? Sans cela pourquoi iroient-elles toutes du même côté ? Qu'on les imagine diſperſées dans un grand vuide, d'où tireroient-elles cette direction de mouvement qui leur eſt commune? Lorſque l'on conſidére que toutes les planétes tournent autour d'un foyer commun qui eſt le ſoleil ; que les planétes ſecondaires ou les ſatellites tournent autour de leurs planétes principales ; & le ſoleil autour de ſon propre centre ; que ce foyer commun des ellipſes décrites par les planétes principales contient en ſoi le principe d'une activité propre à communiquer le mouvement à tout ſon tourbillon ; que toutes ces révolutions, du ſoleil ſur ſon axe, des planétes principales autour du ſoleil, des ſatellites autour des planétes principales, ſuivent une direction uniforme d'Occident en Orient ; que ce mouvement

ment eſt univerſel & unique dans notre tourbillon ; peut-on méconnoître un méchaniſme général dans le ſyſtême planétaire ? M. Pluche eſt bien fondé à dire *que les tourbillons de des Cartes autour de chaque planéte ſont des êtres preſque palpables.* *Hiſt. du Ciel, liv. 2. ſect. 10.*

Les diverſes apparences des étoiles de l'hydre, du cygne, & de la baleine ſont d'aſſez bons indices qu'elles tournent ſur leurs axes. Peuvent-elles tourner de la ſorte, ſans que le fluide qui les environne, tourne de même ? Il eſt donc plus que vraiſemblable que les étoiles ont leurs tourbillons ; & c'eſt une conſéquence qui paroit vraiſemblable auſſi que chacun de ces tourbillons étant de la nature du notre, eſt garni de planétes pareilles. Le ſoleil qui eſt au centre de notre tourbillon, ſeroit apperçu comme une étoile, en ſuppoſant qu'on l'obſervât de quelqu'une de ces planétes répanduës dans les tourbillons des étoiles fixes.

Le ſyſtême des tourbillons eſt d'accord avec les régles de Képler, qui ſont d'un grand uſage dans l'aſtronomie. La 1. eſt que *ſi l'on imagine une ligne tirée du centre de la planéte au centre du ſoleil, ce raïon décrit des aires égales en tems égaux.* Ainſi la viteſſe d'une planéte augmentant Régles de Képler. PL. 14. FIG. 2.

dans le périhélie, elle parcourt un arc plus grand; mais le ſecteur de ſon ellipſe, dans un tems égal, eſt à peu près le même que lorſque dans la diſtance moïenne & dans l'aphélie elle décrit des arcs d'une étenduë moindre. L'arc AB du périhélie eſt plus grand que l'arc GK de l'aphélie; mais le ſecteur ASB eſt égal au ſecteur GSK décrit dans un tems égal.

Par la ſeconde régle, Képler a établi que *les diſtances moïennes des Planétes à un centre commun* (1) *ſont entr'elles comme les racines cubiques des quarrés de leurs révolutions totales autour de ce centre*: & réciproquement, que *les révolutions totales des Planétes autour d'un centre commun ſont entr'elles comme les racines quarrées des cubes des moïennes diſtances à ce même centre*. Par exemple, la révolution de la Terre s'achéve en un an, celle de Jupiter en douze ans, celle de Saturne en trente. Ainſi les chiffres 1, 12, 30, expriment la durée des révolutions de la terre, de Jupiter, de Saturne. Le quarré d'un, eſt un; le quarré de douze, eſt cent quarante-quatre, puiſque douze

(1) *Cette régle ne peut s'appliquer qu'aux moïennes diſtances: car les excentricités des Planétes étant fort différentes, la méme correſpondance ne peut ſe trouver avec préciſion dans les différentes hauteurs parcouruës par les Planétes.*

fois douze font cent quarante-quatre ; le quarré de trente eſt neuf cents. La racine cubique d'un eſt un ; la racine cubique de 144. eſt 5. & un peu plus ; la racine cubique de 900. eſt 10, un peu moins. Donc les chiffres 1, 5, 10. expriment environ les différences des diſtances qu'il y a de la terre, de Jupiter, & de Saturne juſqu'au ſoleil : & ſur ce fondement, la diſtance de Jupiter au ſoleil ſurpaſſe de cinq fois & un peu plus, la diſtance qu'il y a de la terre au ſoleil ; & la diſtance de Saturne au ſoleil eſt preſque dix fois auſſi grande que celle de la terre au ſoleil.

Ces deux loix ſi bien établies dans l'aſtronomie phyſique ſont duës à une eſpéce d'inſpiration. Képler attribuoit au ſoleil une ame végétative : il ſuppoſoit que cette ame le faiſoit tourner ſur ſon axe, & qu'elle envoïoit au-dehors une image du ſoleil qui agiſſoit ſur les Planétes ; & pour rendre raiſon de ces orbites excentriques dont il a été l'inventeur, il repréſentoit les planétes comme aïant des ſurfaces compoſées de fibres couchées d'un côté & applaties de l'autre ; de ſorte que ſi elles préſentoient le côté applati, elles deſcendoient au périhélie ; ſi elles tournoient le côté hériſſé, elles remontoient à l'aphélie. C'eſt d'un théorie ſi abſurde

Kepl. epitom. aſtron. lib. 4.

que ſont nées les deux régles, qui ont été reçuës par touts les Aſtronomes.

Le rapport des diſtances & des révolutions des planétes a été vérifié immédiatement par Mercure, par Venus, par les quatre ſatellites de Jupiter & par les cinq de Saturne, c'eſt-à-dire, par onze planétes dont les diſtances à leurs centres ſont viſibles; & l'on n'a pas héſité à en faire l'application par analogie aux quatre planétes qui reſtent, ſçavoir la Terre, Mars, Jupiter & Saturne, dont les diſtances au ſoleil ne ſont pas immédiatement connuës.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1705.

Cette proportion établie par la régle de Képler, fait que la diſtance connuë d'une de ces planétes nous donne la diſtance de toutes les autres.

Ce qui confirme la régle de Képler, confirme auſſi le mouvement que Copernic attribuë à la Terre. Si ſon ſyſtême n'eſt pas vrai, le ſeul qui reſte à prendre eſt celui de Tycho-Brahé. Or ſelon Tycho, le ſoleil auſſi bien que la lune tourne autour de la Terre, la lune en un mois, le ſoleil en douze. Les racines cubiques des quarrés de 1. & de 12. ſont 1. & un peu plus de 5. Donc les diſtances de la lune & du ſoleil à la Terre ſeroient dans cette proportion, ſelon la régle de Képler. Or il eſt certain que ces diſtances

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1705.

ſont dans une proportion incomparablement plus grande. Donc ou la régle de Képler eſt fauſſe, ou le ſyſtême de Tycho-Brahé l'eſt. Il paroît impoſſible que la régle de Képler ſoit fauſſe, prouvée comme elle l'eſt par l'exemple de toutes les planétes, qui inconteſtablement tournent autour d'un foyer commun. Donc c'eſt le ſyſtême de Tycho qui n'eſt pas vrai; & en effet, en remettant la Terre à la place qu'elle tient dans celui de Copernic, on voit que tout rentre dans l'ordre, & s'accommode à la régle de Képler.

L'éloignement du ſoleil, des planétes, & des fixes, ne peut pas (1) être déter-

On n'a pas pû fixer non plus, avec une préciſion exacte, ni la durée préciſe des révolutions du ſoleil ni de la lune, ni les retours périodiques des autres Planétes, ni à plus forte raiſon une révolution qui rameneroit touts les globes au point d'où ils ont commencé leurs courſes touts enſemble. Les Grecs avoient différentes ſortes de grandes années, par leſquelles ils entendoient leurs cycles lunaires, dont nous avons parlé dans le chapitre de la chronologie. Ariſtote appelloit la très-grande année le retour du ſoleil, de la lune, & de toutes les Planétes au même point d'où elles avoient commencé leur courſe. Eſt prætereà annus, quem Ariſtoteles maximum potiùs quàm magnum appellat: quem ſolis, lunæ, vagarum quinque ſtellarum orbes conficiunt, cùm ad idem ſignum, ubi ſemel quondàm fuerunt,

miné, avec une préciſion exacte. C'eſt beaucoup de faire, à cet égard, des calculs approchés. Nous nous contentons bien de connoître, à peu près, les diſtances des lieux, où nous avons même intention de voyager. Un homme qui veut aller de Paris à Orléans, ſe tient ſuffiſamment inſtruit de la diſtance d'Or-

unà referuntur. Cujus anni hyems ſumma eſt κατακλυσμὸς, quam noſtri diluvionem vocant, æſtas autem ἐκπύρωσις, quod eſt mundi incendium : nam his alternis temporibus mundus tùm exigneſcere tùm exaqueſcere videtur. *Cenſorin. de die natali, c.* 18. *L'hyver de la très-grande année étoit un déluge général, & ſon été l'incendie de l'univers. Cenſorin obſerve que les uns fixoient cette très-grande année à cinq mille ans, d'autres à dix mille, Caſſandre à trente-ſix mille, quelques-uns à l'infini, ſoutenant que les globes céleſtes ne revenoient jamais touts enſemble au même point d'où ils étoient partis. L'année Platonique comprenoit une révolution achevée en même tems de touts les Cieux. Plat. in Tim. Cic. de ſomn. Scip. Mais Képler & pluſieurs autres ont ſoutenu que la courſe périodique des aſtres étoit incommenſurable. Képl. in fin. Prodrom. Les Egyptiens avoient auſſi deux grandes années, dont il a été fait mention dans le chapitre de la Chronologie, l'une de* 365. *ans autant que l'année ſolaire a de jours ; & l'année héliaque compoſée de quatre fois autant d'années ou de quatorze cents ſoixante ans. Cette année étoit auſſi appellée caniculaire, parce qu'elle avoit commencé par la conſtellation de la canicule,* 1322. *ans avant J. C.*

léans, lorſqu'il apprend que cette ville eſt éloignée de Paris environ de ſoixante milles, quoiqu'il y ait peut-être une erreur de huit ou dix milles, à évaluer ainſi cette diſtance.

Les deux régles de Képler ne peuvent ſubſiſter avec l'accélération des viteſſes de Galilée. Il eſt incompatible que le raïon vecteur d'une planéte décrive des aires proportionnelles aux tems; & que la viteſſe de ce raïon ſoit accélérée ſuivant la progreſſion des nombres impairs: & c'eſt la contradiction la plus remarquable, que Newton fonde tous ſes principes Mathématiques & ſon ſyſtême du monde ſur la régle de Galilée de l'accélération des viteſſes, ſuivant la proportion des nombres impairs ou en raiſon des quarrés; & qu'en même tems, il établiſſe pour un principe général la proportionnalité des aires & des tems, cauſée par la continuation uniforme d'un mouvement égal. *Newt. princip. Math. lib. 2. ſchol. prop. 53.*

La régle de Galilée ſuivie par la plupart des (1) Aſtronomes, ne peut pas davantage

(1) Vires quibus Planetæ primarii perpetuò retrahuntur à motibus rectilineis, & in orbitis ſuis retinentur, ſunt reciprocè ut quadrata diſtantiarum à ſolis centro quod reſpiciunt. *Dav. Gregor. lib. 1. aſtron. phyſ. & geom. elem. prop. 28.*

Vires quibus Planetæ ſecundarii in orbitis

ſe concilier avec la 2. régle de Képler. Suivant la progreſſion des nombres impairs, ou ſi les viteſſes décroiſſoient en raiſon inverſe des quarrés de diſtance, Saturne devroit n'achever ſa révolution autour du foyer commun qu'environ en 237. ans; car en commençant par un an, terme de la révolution de la Terre dans ſon orbite, le neuviéme terme & demi d'une progreſſion de nombres impairs qui revient à la diſtance de Saturne neuf fois & demie plus grande, donne environ 237. Cependant Saturne n'emploie pas 30. années à ſa révolution. Jupiter devroit mettre à la ſienne plus de 49. ans; car Jupiter eſt un peu plus de cinq fois plus éloigné du foyer commun que la Terre. Or Jupiter parcourt ſon orbite en moins de douze ans. Il n'eſt pas douteux que la régle de Képler ſi bien éprouvée, ſi néceſſaire à l'Aſtronomie, ne doive être retenuë préférablement à la régle de Galilée, qui porte le déſordre partout où on l'applique, renverſant les notions les plus naturelles & les plus connuës. Galilée, Newton, Grégori, &c. vous diſent que les viteſſes décroiſſent en raiſon inverſe des quarrés des diſtances. D'un autre côté l'Académie

ſuis retinentur, ſunt reciprocè ut quadrata diſtantiarum à centro ſui reſpectivi primarii, quod hæ vires reſpiciunt, *Ibid. prop.* 29.

Royale des Sciences établit *que les viteſſes réelles des Planétes ſont en raiſon renverſée des racines quarrées de leurs diſtances au ſoleil, c'eſt-à-dire, par exemple ; qu'une planéte 4. fois plus éloignée du ſoleil qu'une autre, auroit deux fois moins de viteſſe.* Ce qui n'eſt qu'une expreſſion différente de la 2. régle de Képler. L'effet de l'axiome de Galilée, de Newton, & de Grégori, eſt que Saturne, par exemple, neuf fois plus éloigné du ſoleil que la Terre, doit avoir 81. fois moins de viteſſe que la Terre ; de même que la lune à une diſtance de 60. demis-diamétres de la Terre a, ſuivant Newton, 3600. fois moins de viteſſe, que ſi elle étoit à un demi-diamétre de la Terre. L'effet de l'axiome de l'Académie des Sciences & de Képler eſt que Saturne doit avoir 3. fois moins de viteſſe que la Terre, ce qui eſt conforme aux obſervations Aſtronomiques, ſuivant leſquelles Saturne parcourt environ en 30. fois plus de tems une orbite environ dix fois plus étenduë. (On ne doit pas dans touts ces rapports, exiger de préciſion.) Or il n'y a perſonne qui ne ſente quelle eſt la diſproportion de deux régles, dont l'une établit une diminution de viteſſe comme de 81. à 1. & l'autre comme de 3. à 1. Cependant les Aſtronomes mêlent & confondent perpétuel-

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1707. p. 97.

lement deux régles ſi oppoſées. Les contradictions de ces principes Mathématiques, les calculs élevés ſur ces fondements, les expreſſions algébriques corrompuës par le ſyſtême de l'infini, forment enſemble un chaos qui a preſque anéanti l'Aſtronomie & la Phyſique. Une mauvaiſe honte des hommes, & ſurtout de ceux qui veulent paroître initiés dans les ſciences abſtraites, les empêche de déclarer nettement qu'ils n'entendent rien à ce qui leur paroît incompréhenſible. A la faveur de cette foibleſſe de l'eſprit humain, & des loüanges prodiguées par touts ceux qui ont quelque ſorte d'intérêt que ce puiſſe être, de faire valoir des opinions obſcures, on a introduit dans les ſciences les abus les plus préjudiciables.

M. Goiffon, harmonie des 2, ſphéres.

La deſcription de la ſphére, & la correſpondance établie entre les globes céleſte & terreſtre eſt indépendante de la variété des ſyſtêmes Aſtronomiques.

La ſphére droite a ſes pôles dans l'horizon telle eſt la ſituation de ceux qui habitent ſous la ligne. La ſphére paralléle a ſes pôles au Zénith & au Nadir : c'eſt la ſituation de ceux qui habitent ſous les pôles, ſi la ſphére a de tels habitants. La ſphére oblique a ſes pôles plus ou moins inclinés au-deſſus & au-deſſous de

T.V. Pl 15. vis-a-vis la p. 682

NAPOLI

l'horizon. Les Anciens diviſoient, comme nous, la ſphére (1) en cinq Zones : la torride, les deux tempérées, & les deux glaciales. Dans la torride, ſous l'équateur, l'ombre méridienne va de côté & d'autre, ſçavoir du côté du Septentrion, lorſque le ſoleil eſt dans les ſignes Méridionaux, & du côté du Midi, lorſqu'il parcourt les ſignes Septentrionaux. C'eſt pour cette raiſon, que ceux qui habitent cette Zone, ſont nommés Amphiſciens. Ils ſont auſſi nommés Aſciens, ou ſans ombre, parce qu'ils n'ont (2) point d'ombre à midi, lorſque le ſoleil paſſe par leur

(1) *On rapporte communément à Chiron la deſcription du Zodiaque & le commencement de la ſphére : ce qui ne doit s'entendre que de la ſphére Grecque. S. Clément d'Alexandrie dit que Chiron a fait connoître les conſtellations du ciel.* Δείξας σχήματα ὁλύμπου. *Clem. Alex. Strom. lib.* 1. *Mais je n'ai point trouvé dans cet auteur, ce que tant de Sçavants lui ont fait dire, que Chiron a fait paſſer le colure des équinoxes par le milieu du bélier ; ni que Méton, un an avant la guerre du Péloponnéſe, ait obſervé que le ſolſtice d'été paſſât par le huitiéme degré du Cancer. Ce ſont apparemment des conjectures tirées de ce que cet ordre devoit s'obſerver alors dans la ſphére des Grecs.*

(2) Tradunt in Syene oppido, quod eſt ſuprà Alexandriam quinque millibus ſtadiorum, Solſtitii die medio nullam umbram jaci ; puteumque ejus experimenti gratiâ factum, totum illuminari. *Plin. lib.* 2. *c.* 73. *Les Commenta-*

Zénith, ce qui leur arrive deux fois l'année, & ils ont deux étés & deux hyvers. Ceux qui habitent les Zones tempérées, ſont nommés Hétéroſciens, parce que l'ombre à midi y eſt toujours du même côté, vers le Septentrion, pour ceux qui habitent la partie Septentrionale, & vers le Midi, pour ceux qui habitent la Méridionale. Les habitants des deux derniéres Zones ſont appellés Périſciens, parce que leur ombre tourne à l'entour d'eux, pendant leur plus long jour.

Il faut maintenant diſtinguer les poſitions oppoſées entr'elles ſur le globe de la terre. Les Antœciens ont une même latitude ou (1) élévation de pôle. Ils demeurent ſous un même Méridien, mais ſur des paralléles différents, également

teurs prétendent que c'eſt à quoi ſe rapportent ces vers de Virgile :

Dic quibus in terris, & eris mihi magnus Apollo,
Tres cœli ſpatium pateat non ampliùs ulnas.

Eclog. 3.

De la maniére dont Virgile propoſe cette enigme, tout puits profond, de 3. coudées de diamétre, y ſatisfait.

(1) *Communément les Anciens croïoient le pôle Boréal le plus élevé.*

Mundus ut ad Scythiam Riphæaſque arduus arces
Conſurgit, premitur Libyæ devexus in auſtros.

Virg. Georg. 1. *Ariſtote dit que c'eſt le pôle Auſtral qui a le plus de hauteur. Ariſtot. de cœlo, lib.* 2. *c.* 2.

éloignés de l'équateur de chaque côté. Ils ont midi & minuit en même tems, mais les ſaiſons de l'année & les longueurs des jours y ſont oppoſées. Les Periœciens (1) demeurent dans un même cercle de latitude, mais aux points oppoſés du même cercle, & ſous les parties contraires du Méridien. Les ſaiſons de l'année & les longueurs des jours y ſont les mêmes. Quand les uns ont le jour, les autres ont la nuit, & quand il eſt midi chez les uns, il eſt minuit chez les autres, excepté dans les zones froides, où il n'y a ni midi, ni minuit dans leurs longs jours ou dans leurs longues nuits, parce que le ſoleil y fait pluſieurs révolutions au-deſſus & au-deſſous de l'horizon, ſans ſe coucher ni ſe lever. Les Antipodes (1) ſont diamétralement oppoſés les uns aux autres, étant éloignés de tout le diamétre de la terre; c'eſt pourquoi ils ont touts les phénoménes de la ſphére oppoſés, excepté ſous l'équateur, où les Antipodes ſont comme Périœciens, & en ont les propriétés. Les Antipodes ont un même

(1) *Touts ces noms ſont dérivés du Grec. Amphiſciens, des mots* ἀμφὶ utrinque *&* σκιὰ umbra; *Hétéroſciens* des mots ἕτερος alter *&* σκιὰ; *Periſciens des mots* περὶ circà *&* σκιὰ; *Antœciens des mots* ἀντὶ ex adverſo *&* οἶκος habitatio; *Périœciens des mots* περὶ *&* οἶκος; *Antipodes des mots* ἀντὶ *&* πὺς pes.

horizon, un même vertical, & un même Méridien. Les Antœciens ont donc les mêmes heures, & les saisons contraires; les Periœciens ont les mêmes saisons, & les heures contraires; & les Antipodes ont les heures & les saisons contraires.

Les Peuples les plus éloignés du soleil sont ceux qui ont le plus de part à sa lumiére. Les habitants des Pôles, s'il y en a, le voient sur leur horizon pendant six mois. Jusqu'à ce qu'il soit à dix-huit degrés au-dessous, ils joüissent de sa clarté pendant deux mois d'Aurore & deux mois de crépuscule. Ce tems-là même est prolongé par des réfractions plus efficaces. Dans chacun des deux autres mois, la lumiére du soleil leur est refléchie par la lune, qui est pour eux quinze jours sans se coucher.

La longitude (1) se compte d'Occident en Orient sur les Paralléles, depuis le premier Méridien qui est arbitraire, jusqu'à celui qui passe par le Zénith du lieu proposé. Les longitudes se déterminent, avec la préciſion la plus exacte, par l'é-

(1) *C'est parce que les Romains ne connoissoient qu'une très-petite étenduë de la terre du Midi au Nord, en comparaison de celle qui leur étoit connuë de l'Orient à l'Occident, qu'ils ont nommé les distances d'un point à l'autre d'un même méridien latitude, & celles qui se rencontrent en suivant les mêmes paralléles longitude.*

clipſe du premier ſatellite de Jupiter, qui va plus vite que les trois autres, & dont le mouvement eſt ſeize fois plus prompt que celui de la lune. On aura donc la différence des longitudes de deux endroits, y aïant un obſervateur en chacun, qui remarque l'heure, minute, & ſeconde de l'immerſion ou émerſion du premier ſatellite de Jupiter; car la différence du tems donnera la différence de longitude; & ſi la différence des tems eſt nulle, les deux endroits ſont ſous un même Méridien. Il y a bien plus de facilité de prendre en tout tems la latitude d'un lieu, ou ſa diſtance de l'équateur. L'obſervation de la hauteur Méridienne du ſoleil ou de quelque étoile, donne pluſieurs méthodes pour trouver la hauteur du pôle. L'horizon eſt mobile, & toujours à 90. degrés, ou à un quart de cercle du Zénith.

Bion, uſag. des glob. liv. 2. c. 4.

Il n'y a aucun point abſolu d'Orient ni d'Occident. La différence des longitudes rend un lieu plus Oriental ou plus Occidental, relativement à un autre. Le vrai Orient eſt l'interſection de l'horizon & de l'équateur, depuis laquelle on compte les amplitudes, juſqu'à l'interſection du paralléle que le ſoleil décrit actuellement. Deux hommes aïant fait le tour du Monde, l'un par l'Orient, l'autre par l'Occi-

Th. Brovvn; eſſ. ſur les err. popul.

dent, ſi ces deux voïageurs arrivent le même jour, il y aura entr'eux & les habitants du lieu commun de leur départ & de leur retour, trois différentes maniéres de compter ce même jour ſans erreur. Car celui qui a fait le tour du Monde par l'Orient, a compté une heure de plus que les habitants, autant de fois qu'il a avancé de quinze degrés dans l'équateur. Il doit donc compter un jour de plus; les 360. degrés du circuit de la terre valant vingt-quatre heures. Celui qui a fait le tour par l'Occident, compte un jour de moins que les habitants par la même raiſon priſe dans le ſens oppoſé. Ainſi le premier voïageur, qui a fait le tour du Monde par l'Orient, appellera Lundi le même jour, qui ſera un Dimanche pour les habitants, & qui au compte du ſecond voïageur ne ſera que Samedi. C'eſt parce que la Terre avance d'Occident en Orient de quinze degrés par heure dans ſa révolution diurne autour de ſon axe. Lors donc qu'il eſt midi dans le méridien de Paris, il eſt une heure après midi dans un méridien plus oriental de 15. degrés; & il n'eſt qu'onze heures dans un méridien plus occidental du même eſpace. Ainſi je n'ai qu'à voir ſur un globe terreſtre les différences de longitudes; & ſçachant quelle

heure il eſt à Paris, j'ai la différence des heures par toute la Terre. Je trouve, par exemple, que lorſqu'il eſt midi dans le méridien de Paris, il eſt une heure après midi à Vienne en Autriche ; trois heures & vingt minutes à Iſpahan ; ſept heures du ſoir & vingt minutes à Pekin, & minuit dans la nouvelle Zélande : puiſque Vienne eſt un lieu plus oriental de 15. degrés, Iſpahan de 50, Pekin de 110, la nouvelle Zélande de 180. Des thermométres portés ſous la ligne & obſervés en différents lieux entre les Tropiques, ont fait connoitre que la chaleur n'y eſt pas plus grande que pendant les jours les plus chauds à Paris au 49. degré de latitude. Les variations du chaud & du froid ſont exceſſives dans les Zones glaciales. *Le froid étoit encore ſi grand le 7. Avril à 5. heures du matin*, dit M. de Maupertuis parlant du cercle pôlaire, *que le Thermométre deſcendoit à vingt degrés au deſſous de la congélation, quoique touts les jours après midi, il montât à deux & trois degrés au-deſſus. Il parcouroit alors du matin au ſoir un intervalle preſqu'auſſi grand qu'il fait communément depuis les plus grandes chaleurs juſqu'aux plus grands froids qu'on reſſente à Paris. En douze heures on éprouvoit autant de viciſſitude, que les habitants des Zones tempérées en éprou-*

Mém. de l'Acad des Scienc. ann. 1734. p. 553.

Diſc. ſur la meſur. du degré du mérid.

vent dans une année entière.

Bion, liv. 2. sk. 6. Ptolémée a fait passer le premier méridien par l'isle de fer, la plus Occidentale des Canaries ; & cette position a été établie en France, par ordre du Roi du 25. Avril 1634. Les Hollandois font passer leur premier méridien par le Pic de Ténériffe, dans une des Canaries. Tycho-Brahé a pris pour premier méridien celui qui passe à Vranibourg, isle de Danemarc où cet astronome célébre faisoit son séjour. D'autres comptent les longitudes depuis le méridien qui traverse les isles de Corvo & Flores qui sont des isles Açores, parce qu'ils croient que l'aiguille aimantée n'a aucune déclinaison en cet endroit. D'autres posent le premier méridien à 370. lieuës, à l'Occident des isles du Cap verd ; d'autres le fixent ailleurs, car rien n'est plus arbitraire que cette position du premier méridien. Picard aïant été en 1671. à Vranibourg, y traça la méridienne du lieu, & fut étonné de la trouver différente de dix-huit minutes de celle que Tycho avoit déterminée, & qu'il ne devoit pas avoir déterminée négligemment, puisqu'il s'agissoit d'un terme fixe, où se rapportoient toutes ses observations. Cela pouvoit faire soupçonner que la terre ne tourne pas toujours sur les mêmes pô-

Hist. de l'Acad. des scienc. ann. 1710. Elog. de Chazell.

les : car ſi un autre point devient pôle, touts les méridiens changent de poſition. Mais Chazelles meſurant la grande Pyramide d'Egypte en 1694. trouva que ſes quatre côtés répondoient préciſément aux quatre points cardinaux du Monde. Ce qui ne laiſſant aucun lieu de douter que les Egyptiens, lorſqu'ils conſtruiſirent ces maſſes énormes de bâtiments, ne leur euſſent donné ces expoſitions réguliéres, il en réſulte que puiſqu'une antiquité ſi reculée de plus de trois mille cinq cents ans n'a apporté aucun changement à la juſteſſe de cette expoſition, le globe terreſtre tourne conſtamment ſur les mêmes pôles, & que les méridiens ſont invariables. Ce qui a été confirmé par la méridienne que Caſſini traça vers le milieu du dernier ſiécle dans l'égliſe de S. Pétrone à Boulogne. Auroit-on penſé que les anciens auroient tiré leur méridienne avec tant de préciſion, & que Tycho auroit mal tracé la ſienne ?

La terre tourne toujours (1) ſur les

(1) *Le P. Kircher s'eſt trompé, lorſqu'il s'eſt fait fort de démontrer par des principes de Statique, que la terre change de ſituation dans chaque ſiécle. Kirch. lib. 2. Magnet. p.* 489. Quarè non credimus quod Athanaſius Kircher pollicetur ſe demonſtraturum ex ſtaticis principiis terreſtrem globum mutaſſe omnibus ſæculis ſitum. *Ricciol. lib. 9. Almag. novi, ſect. 4. c.* 11.

mêmes pôles, parce qu'elle eſt un grand aiman, dont les files magnétiques ſuivent toujours la même direction le long des méridiens : & le même principe, qui empêche (comme nous l'avons obſervé ci-deſſus) qu'il n'arrive aucun changement dans le paralléliſme de l'axe, empêche auſſi qu'il n'en arrive aucun dans les méridiens.

Plutarch. lib. 3. de placit. Phil. c. 10. S. Baſil. in hexam. homil. 9. Euſeb. lib. 15. præp. c. 56.

On a attribué à la terre un grand nombre de figures bizarres. Thalès & les Stoïciens la repréſentoient comme un globe ; Anaximandre ſous la forme d'un cylindre, Anaximéne d'une table, Leucippe d'un tambour, Démocrite d'un palet creuſé par le milieu. Les anciens Philoſophes ont eu des idées aſſez juſtes ſur la grandeur de la terre. Archytas, qui au rapport de Cicéron eut Platon pour diſciple, eſt le premier dont nous apprenions (1) qu'il travailla à la meſurer.

Ariſtot lib. 2. de cœlo, c. 14.

Ariſtote a remarqué que les Mathématiciens, qui avoient tâché de prendre ſes dimenſions, avoient trouvé ſa circonférence de quatre cents mille ſtades. Peu de tems après, cette meſure fut rapprochée de ſa vraie étenduë. Eratoſthéne,

(1) Te maris & terræ, numeroque carentis arenæ
Menſorem cohibent, Archyta.
Hor. lib. 1. Od. 28.

ſous le régne de Ptolémée Evergéte, ſçachant que le ſoleil, au tems du ſolſtice d'été, paſſoit par le point vertical de la ville de Syéne, il ſuppoſa Alexandrie & Syéne ſous un même méridien; & il obſerva à Alexandrie, au jour du ſolſtice, la diſtance du ſoleil au point vertical par l'ombre d'un ſtyle élevé à plomb du fond d'un hémiſphére concave. Il trouva que cette diſtance étoit la cinquantiéme partie de la circouférence d'un grand cercle; d'où il conclut que la diſtance entre ces deux villes étoit la cinquantiéme partie de la circonférence de la terre. Cette diſtance évaluée ſur le pié de 5000. ſtades lui donna la circonférence entiére de 250000. ſtades. L'aïant partagée en 360. degrés, il eut pour un degré 694. ſtades & preſqu'un demi. Mais au lieu de ce nombre, il prit le nombre rond de 700. dont le produit par 360. porta la circonférence à 252000. Hipparque jugea qu'il falloit y ajouter un peu moins de vingt-cinq mille ſtades. Dionyſidore chargea ſa famille de dire après ſa mort, qu'on avoit trouvé dans ſon tombeau une lettre écrite des enfers, par laquelle il marquoit qu'il étoit allé reconnoître le centre de la terre, & qu'il avoit trouvé le demi-diamétre de cette ſphére de quarante mille ſtades. Poſſidonius, du tems

M. Caſſini, de la grand. & fig. de la terr. ch. 1.

Plin. lib. 2. c. 108. & 109.

de Pompée le Grand, entreprit les mêmes mesures par les observations horizontales. Il apprit que l'étoile Canopus à Rhodes ne faisoit que paroître sur l'horizon & se couchoit aussi-tôt ; & qu'à Alexandrie qu'il supposoit sous le même méridien, elle s'élevoit sur l'horizon de la 48.
Strab. lib. 2. partie de la circonférence du Ciel, ou de sept degrés & demi qui répondent à une semblable partie de la circonférence de la terre. Strabon attribuë à Possidonius la dimension de cette circonférence à raison de 180000. stades, qui reviennent à 500. stades ou 62500. pas par degrés.
Strab. lib. 1. Eratosthéne avoit trouvé que la distance entre Rhodes & Alexandrie ne passoit pas 4000. stades. De cette mesure évaluée par Possidonius à 3750. stades, & prise pour la 48. partie de la circonférence de la terre, il résulte pour cette circonférence 180000. stades. Cette dimension de la terre fut reçuë de Marin de Tyr & autres géographes. On l'attribuë communément à Ptolémée, parce qu'il s'en est servi dans sa géographie. Cette mesure a un rapport d'une justesse surprenante avec celle des Géométres modernes, le degré de 500. stades revenant à 25. lieuës de 2500. pas & la circonférence de la terre à 9500. de ces lieuës. Les Mathématiciens du Calife Almamon

aïant pris dans les campagnes de Singar les hauteurs du pôle à deux extrémités éloignées l'une de l'autre de deux degrés du midi vers le Septentrion, trouvérent 56. milles dans un degré & 56. milles & deux tiers dans l'autre: & jugérent leur meſure plus petite que celle de Ptolémée de dix milles. Le Géographe de Nubie, auteur du 12. ſiécle, donna 25. lieuës au degré. Cette dimenſion fut confirmée par celle de Fernel; qui ſe ſervit auſſi des hauteurs du pôle pour trouver un lieu qui fût éloigné de Paris d'un degré entier vers le Nord: & aïant jugé que ce lieu étoit à peu près ſur le méridien de Paris, il en meſura la diſtance par les tours de roues d'un coche, rabattant par une eſtime fort incertaine une quantité proportionnée aux inégalités & aux détours, & détermina le degré de 56746. toiſes, à 314. toiſes près des 57060. déterminées par l'Académie. Snellius, en ſuivant une méthode plus exacte, qui eſt la même que celle de l'Académie, a beaucoup moins réüſſi que Fernel. Sa valeur du degré ſe trouve de 55021. toiſes. Le P. Riccioli s'eſt ſervi d'une méthode indiquée par Képler, préferable a toutes les autres, ſi elle avoit aſſez de ſureté. Deux perpendiculaires à la ſurface de la terre, & qui par conſéquent ſe rencon-

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1721.

trent à ſon centre, étant tirées; ſi l'on a l'angle qu'elles font entr'elles, & enſuite la diſtance des points où elles tombent ſur la ſurface de la terre, il eſt certain qu'on aura la meſure cherchée, d'une maniére très-ſimple & indépendamment de toute obſervation céleſte. Le P. Riccioli fit choix de deux lieux les plus élevés & les plus éloignés l'un de l'autre: il plaça ſur chacun un fil dirigé par un plomb au centre de la terre: de chaque lieu il obſerva l'angle que faiſoit le raïon viſuel avec le fil de l'autre lieu. Les deux lieux étant ſuppoſés également élevés, & le raïon viſuel étant ſuppoſé horizontal, chacun de ces angles auroit été droit, ſi les deux fils avoient été exactement paralléles: mais comme ils ne l'étoient pas à cauſe de leur concours au centre de la terre, ce qui leur manquoit pour faire deux angles droits, étoit l'angle du centre. Il eſt aiſé de voir l'incertitude de cette méthode par l'extrême petiteſſe de l'angle au centre de la terre, & par les réfractions inévitables fort grandes & fort inconſtantes à de petites hauteurs telles que les lieux d'obſervations. Auſſi le dégré du P. Riccioli eſt de 62650. toiſes plus grand que celui de l'Académie de 5590. toiſes.

Venons à la célébre queſtion qui partage

tage les Philoſophes : lequel eſt le plus long du diamétre de l'équateur de la terre ou de ſon axe ? La terre, ce qui revient au même, eſt-elle un ſphéroïde applati ou allongé vers les pôles ?

Diſpute ſur la figure de la Terre.

Dès que Richer eut annoncé en 1672. que les oſcillations du pendule étoient rallenties à la Cayenne, pluſieurs Phiſiciens & Géométres regardérent cette découverte comme fort importante. En conſéquence, ils établirent ce principe, que puiſqu'il étoit néceſſaire d'accourcir le pendule pour l'aſſujétir à battre les ſecondes, dans les païs voiſins de l'équateur, la cauſe de la peſanteur y agiſſoit plus foiblement que dans nos climats. Huguens, Newton, & pluſieurs autres en conclurent, par des raiſons différentes, que la terre étoit un ſphéroïde applati aux pôles. Huguens prétendit que puiſqu'une force centrifuge étoit la cauſe qui précipitoit les corps graves ſur la terre, la diminution de cette force centrifuge indiquoit un plus grand éloignement du centre ; que pour ſatisfaire à l'équilibre des colonnes, la terre aïant été molle au commencement, & ſes fondements devant être conſidérés comme un ſiphon en équerre, dont l'angle eſt au centre, les deux colonnes ne pouvoient ſe contrebalancer avec des forces égales que par une

Examen déſintéreſſé ſur la fig. de la terr.

plus grande quantité de matiére qui fût entrée dans la colonne élevée juſqu'à l'équateur. Huguens trouvoit par ſes calculs que le diamétre de l'équateur étoit plus long que l'axe des méridiens d'une cinq cents ſoixante & dix-huitiéme partie.

Newt. lib. 3. princip. Math. prop. 19. & 20.

La raiſon de Newton, pour attribuer la même figure à la Terre, eſt que la peſanteur décroiſſant en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, plus les points de l'Equateur ſont diſtants du centre de la Terre par rapport aux points de tout autre paralléle, moins la cauſe de la peſanteur eſt efficace, que l'équateur où le pendule ſe rallentit, eſt donc à la plus grande diſtance du centre, & que la terre eſt un ſphéroïde applati. Newton joint à ces principes une attraction proportionnée à la quantité & à la ſituation des parties de la terre, ſa fluidité primitive, & qu'étant dans l'origine comme une pâte molle, ſes colonnes ont dû ſe mettre en équilibre pour former un ſolide. Ainſi Newton, en même tems qu'il aſſure que les hypothéſes ne ſont point admiſes dans ſa Philoſophie, ſe jette dans des hypothéſes plus frivoles que celles que nous avons appellées le roman de des Cartes, mais avec cette différence que les hypothéſes de Newton s'éloi-

gnent tellement des notions naturelles que le vulgaire (1) ſera exclus à jamais d'une Philoſophie qui ſera pour lui toujours incompréhenſible.

Newton établit ſur ces hypothéſes que la terre eſt un ſphéroïde applati aux pôles, & dans lequel le diamétre de l'équateur ſurpaſſe l'axe d'une deux cents trentiéme partie. Il pouſſe ſes inductions juſqu'à déterminer le raccourciſſement qui doit être fait au pendule à proportion des différentes latitudes, & de combien chaque degré doit diminuer depuis l'équateur juſqu'aux pôles. Il préfére cette théorie (2) à des meſures priſes géométriquement. Grégori & Herman ont ſuivi les mêmes voies, de la peſanteur décroiſſante en raiſon inverſe des quarrés de diſtance, de l'équilibre des colonnes dans la formation de la terre, de la diminution de la force centrifuge ſur l'équateur.

M. de Maupertuis penſe que pour conſerver l'équilibre entre les parties qui compoſent la terre, pour empêcher que les mers n'inondent les parties voiſines *La fig. de la terr. déterm.*

(1) Odi prophanum vulgus & arceo. *Hor.*

(2) Et certiùs per experimenta pendulorum deprehendi poſſit quàm per arcus geographicè menſuratos in meridiano. *Newt. lib. 3. princip. Math. prop.* 20.

de l'équateur, la terre doit être plus élevée à l'équateur qu'aux pôles, où il faut qu'elle ſoit applatie.

D'un autre côté, les conjectures les plus hazardées, & les raiſonnements phyſiques n'ont pas été épargnés pour le ſentiment contraire d'un ſphéroïde allongé aux pôles. Childrey, le premier auteur de l'allongement du ſphéroïde, conſidérant la quantité de neige qui chaque hyver tombe vers les pôles, & dont il ne ſe fond qu'une partie, a prétendu, dans ſon hiſtoire naturelle d'Angleterre, que l'amas de ces neiges formé depuis le commencement du monde, avoit dû allonger les pôles. Mais outre qu'une conſtruction pareille n'a pas la ſolidité requiſe, les parties de la matiére étant réciproquement converſibles, ces neiges doivent remplacer à la longue les eaux de l'Océan, ou les parties ſolides de la terre, dont elles ont été formées, en ſorte qu'il ne ſe trouve dans ces converſions ſucceſſives aucune augmentation de matiére.

Theoria telluris. Burnet, remontant à la formation de la terre, a ſuppoſé que la matiére molle, dont elle a été compoſée, décrivant de plus grands cercles ſur l'équateur & ſur les paralléles voiſins que vers les pôles, elle a dû s'étendre vers les lieux où elle

trouvoit moins de réſiſtence par un moindre mouvement du fluide qui les occupoit ; que de cette cauſe eſt venu l'allongement du ſphéroïde. Il s'appuie ſur les autorités des anciens Philoſophes, Phéniciens, Egyptiens, Grecs, Perſes, &c. & il explique par le ſphéroïde terreſtre allongé, ce qu'Orphée, Varron, Ariſtophane, Plutarque, ont dit de l'œuf du monde. Eiſenſchmid a rappellé quelques meſures des degrés de la terre priſes par les Anciens, & trouvant que leur longueur diminuoit en s'éloignant de l'équateur, il en a conclu en 1691. que la terre étoit allongée. M. de Mairan eſtime que les loix de la ſtatique ſont auſſi compatibles avec l'allongement qu'avec l'applatiſſement de la terre, que les expériences du pendule, regardées par Huguens, Newton, Gregori, &c. comme déciſives pour l'applatiſſement de la terre, s'accordent auſſi-bien & même mieux avec l'allongement ; que c'eſt aux ſeules meſures actuelles à décider.

Mém. de l'Acad. des Scienc. ann. 1720.

Touts les raiſonnements hypothétiques & phyſiques, qui viennent d'être rapportés, n'ont aucune force. Quelqu'un penſe-t-il ſérieuſement que la terre ait été formée, & en quelque ſorte paitrie par les ſuites d'un méchaniſme ? Si l'on applique les loix du mouvement

à la formation d'un monde & aux principes élémentaires des effets naturels, ce n'eſt que pour s'aſſurer de la liaiſon que ces loix pourroient avoir, tant avec la diſpoſition générale de l'univers, qu'avec les phénoménes particuliers; c'eſt pour redeſcendre enſuite à l'explication du détail varié des opérations de la nature, en ſorte que ce qui eſt purement hypothétique dans ſon principe, peut produire des réalités dans les conſéquences qu'on en tire. Mais c'eſt un renverſement de tout ordre, dans la phyſique, & de toutes ſes notions, que de prendre les hypothéſes les plus vagues pour des réalités par leſquelles on décide & l'on établiſſe des faits inconnus. L'aſtronomie, la géographie, & la navigation ſe guideront-elles par un roman de la formation du monde? Peut-on ſe déterminer à quelque concluſion ſolide par ce principe, que la terre fut au commencement une pâte molle, dont les parties furent arrangées par des loix ſtatiques?

L'application de ces principes, & les expériences du pendule ne favoriſent même en aucune maniére l'opinion d'une peſanteur moindre à l'équateur, ni de l'applatiſſement du ſphéroïde terreſtre.

Le rallentiſſement des vibrations du pendule n'a rien de commun avec la

cauſe de la peſanteur : ſes oſcillations dépendent de la qualité de l'air. *Quand du retardement du pendule on a conclu que la terre étoit un ſphéroïde applati, la conſéquence a été ingénieuſe, mais un peu précipitée.* *Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1736.*

Les expériences du pendule n'ont aucune ſuite conſtante ni aſſurée. Dans l'île de Gorée à 14. degrés de latitude, il doit être accourci de deux lignes ; dans l'île de Cayenne qui n'eſt qu'à cinq degrés de l'équateur, l'accourciſſement du pendule n'eſt que de cinq quarts de ligne. Suivant les obſervations de Picard, le pendule de trois piés, huit lignes, & trois cinquiémes, bat les ſecondes avec la même préciſion à Paris au 48. degré 50. minutes de latitude, à Vranibourg vers les 55. degrés & demi, & à Bayonne vers les 43. degrés & demi. *La longueur du pendule a été trouvée préciſément la même à Montpellier & à Vranibourg ſéparées par douze degrés & demi de latitude. Ce ſeroit une témérité de rien établir encore ſur toute cette matiére. Il eſt quelquefois à craindre qu'on ne trouve de bonnes raiſons de ce qui n'eſt point.* *Hiſt. ann. 1703.* *Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1703. p. 292.* *Anciens Mémoir. de l'Acad. des Scienc. t. 1. p. 177.*

Les différences qui ſurviennent aux oſcillations du pendule dans les mêmes endroits par les variations du froid & du chaud, & qui y dérangent ſouvent les

horloges, prouvent qu'elles dépendent beaucoup de la qualité de l'air & des exhalaiſons & vapeurs qui y ſont répanduës. La diverſité des expériences fait connoître auſſi que la longueur du pendule n'eſt pas relative aux degrés de latitude, mais à quelque cauſe fortuite, de même que la déclinaiſon de la bouſſole & les réfractions.

L'abondance des vapeurs, qui reſtent dans les plus baſſes régions de l'atmoſphére, le froid cauſé par l'éloignement du ſoleil, & qui augmente beaucoup la denſité du fluide, rendent l'air des climats ſeptentrionaux plus groſſier, plus capable d'imprimer de fortes percuſſions au pendule. Au contraire, la chaleur éléve les exhalaiſons dans les grands cercles de l'atmoſphére; elle raréfie la matiére aërienne; les particules de cette matiére atténuée ſont moins maſſives; l'impulſion agit plus mollement ſur le pendule; ſes vibrations ſont plus lentes; & pour qu'il batte les ſecondes en tems égal, il faut l'accourcir.

Par un autre principe, à meſure que l'on pompe l'air de la machine pneumatique, le pendule y a plus de viteſſe. La même raiſon, qui y précipite la chute des corps les plus poreux, fait décrire au pendule de plus grands arcs; c'eſt

parce que la réſiſtence d'un air groſſier eſt ſupprimée. La raréfaction cauſée par la chaleur peut augmenter certaines élaſticités, elle en diminuë (1) d'autres; & à l'égard de la peſanteur, elle doit, en général, l'augmenter; parce que d'un côté la chaleur ne diminuë pas l'impulſion de la matiére ſubtile, & que de l'autre, elle retranche beaucoup de la réſiſtence du milieu en le raréfiant. Ainſi la cauſe de la peſanteur & celle des oſcillations du pendule ſont très-différentes. La chute du pendule ſeroit plus promte dans le même milieu où ſes oſcillations ſont retardées. La cauſe de la peſanteur conſiſte dans l'impulſion directe & les coups redoublés de la matiére ſubtile; la cauſe des oſcillations du pendule réſide dans l'élaſticité & les particules maſſives d'un air groſſier.

Les meſures aſtronomiques & géométriques des degrés de la terre préſentent des motifs en apparence plus ſolides pour décider de ſa figure.

L'inégalité des degrés du méridien comparée avec les différences de latitude

(1) *L'élaſticité de l'air eſt diminuée par la raréfaction, qui étend ſes lames ſpirales au-delà de leur puiſſance: ſon reſſort eſt fort augmenté par ſa compreſſion, comme dans le fuſil à vent, & autres expériences.*

De la grand. & de la fig. de la terr.

fait croire à M. Caſſini que la terre eſt un ſphéroïde allongé vers les pôles, & que ſon axe ſurpaſſe le diamétre de l'Equateur d'environ 34. lieuës. Dans ce ſpheroïde, M. Caſſini a trouvé le degré du méridien vers la latitude de Paris (1) plus petit de 31. toiſes que le degré qui lui eſt contigu vers le Midi, & plus grand auſſi de 31. toiſes que le degré qui lui eſt contigu vers le Nord. Les meſures du méridien ou de la latitude de la France ont été vérifiées à ſes deux extrémités méridionale & ſeptentrionale, par deux baſes calculées, l'une à Collioure après 48. triangles (2) pour la diſtance de Paris à Col-

(1) *Eiſenschmid ſuppoſoit entre ces degrés une difference énorme de 750. toiſes. Eiſenſchm. diatrib. de fig. tellur.*

(2) *Une étenduë de terrein étant de beaucoup trop grande pour être meſurée actuellement, c'eſt-à-dire, avec les piquets, & le cordeau, ou la chaine, tout le reſte doit être conclu par les triangles qu'on forme, dont le premier a pour un de ſes côtés l'étenduë actuellement meſurée, le ſecond un côté commun avec ce premier qui eſt alors entiérement connu, & toujours ainſi de ſuite, en ſorte que par le calcul ou la réſolution trigonométrique de ces triangles toujours liés les uns aux autres, on a la grandeur de l'étenduë du pais qu'on s'étoit propoſé de meſurer : puiſque dans un enchaînement de triangles, qui ſe tiennent par un côté commun connu, & dont on connoit les angles, touts les côtés ſont connus. Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1721. La fig. de la Terr. déterm.*

lioure, l'autre à Dunkerque à la ſuite de trente triangles pour la diſtance de Paris à Dunkerque. A l'extrémité occidentale du paralléle qui paſſe par S. Malo, & à l'extrémité orientale qui paſſe par Straſbourg, entre leſquelles eſt compriſe la longitude de la France, les baſes de vérification, la premiére après 44. triangles, la ſeconde après 29. ont été trouvées ſi parfaitement d'accord avec ce qu'elles dévoient être, & d'une préciſion ſi ſurprenante, qu'on ne peut douter de l'exactitude avec laquelle ont été meſurées les diſtances de Collioure à Paris, de Paris à Dunkerque, de S. Malo à Paris, & de Paris à Straſbourg.

La fig. de la terr. déterm.

D'un autre côté MM. les Académiciens envoïés par le Roi au Nord, ont donné le détail des opérations les plus réguliéres faites au 66. degré de latitude, ſur une baſe de plus de trois lieuës, la plus longue qui ait jamais été meſurée, & ſur la ſurface la plus platte d'un fleuve glacé : opérations réïtérées avec les précautions les plus ſcrupuleuſes. De part & d'autre, l'arc céleſte relatif aux meſures priſes ſur la Terre a été obſervé avec les inſtruments les plus grands & les plus juſtes. M. Caſſini a recommencé avec un ſecteur de dix piés la premiére de ſes obſervations faite d'abord avec des inſtruments ordinaires.

Cependant le réſultat de l'opération du cercle polaire a été, que le degré du méridien à la hauteur de Tornea, au 66. degré eſt de 57497. toiſes, ſurpaſſant de 437. toiſes le degré du 49. degré, que les meſures ont fixé à 57060. toiſes : que par conſéquent le degré ſous le cercle polaire eſt plus grand de près de mille toiſes qu'il ne devoit être ſuivant les principes de M. Caſſini ; d'où il s'enſuit que la Terre eſt beaucoup plus applatie encore que Huguens ni Newton ne l'avoient prévû.

Un ſçavant Académicien a dit : *Meſſieurs du Nord ont trouvé l'applatiſſement de la Terre par la meſure d'un degré ; & M. Caſſini a trouvé qu'elle étoit allongée par la meſure de huit degrés.* Il eſt encore plus important, ſuivant les principes ſur leſquels on travaille, d'avoir une longue ſuite de degrés, que d'avoir des degrés fort éloignés. Un ſecond avantage très-conſidérable des opérations de M. Caſſini c'eſt de comprendre la meſure du grand arc d'un paralléle : car ſi la terre eſt allongée vers les pôles, les degrés d'un paralléle déterminé, par exemple, de celui qui paſſe par Paris, ſont plus petits qu'ils ne le ſeroient ſi la Terre étoit ſphérique. Les différences mêmes trouvées par M. Caſſini entre les degrés du paralléle ſont beaucoup plus conſidérables que celles

Examen déſintéreſſé ſur la fig. de la terr.

qui ſe trouvent entre les degrés du méridien. Dans l'opération du Nord, il n'eſt pas queſtion du paralléle.

Ces raiſons, qui réſultent de la comparaiſon des opérations mêmes, ſont fortifiées par des raiſons priſes d'ailleurs. Les Géographes François du Roi de la Chine aïant, par les ordres de ce Prince, meſuré & réduit en cartes tout ce vaſte Empire, & s'étant nommément attachés à meſurer ſix degrés du méridien dans les plaines de la Tartarie, par les inégalités trouvées dans ces degrés du même ſens que M. Caſſini, ils ont jugé, comme malgré eux, ſans influence de ſyſtême ou d'hypothéſe phyſique, que la Terre n'étoit pas exactement ſphérique, mais un peu allongée dans le ſens de ſon axe & de ſes méridiens. *Memoir. de Trév. Août 1740.*

Ce qui me ſemble le plus déciſif dans cette queſtion, ce ſont les obſervations de M. d'Anville, fondées ſur la géographie & ſur l'aſtronomie. 1. Il prouve par la comparaiſon des meilleurs Routiers, Flamands, Anglois, Eſpagnols, François, un retréciſſement conſidérable de la figure de la Terre, & d'autant plus grand, qu'on approche plus de l'Equateur. *Il ne ſeroit pas*, dit-il, *embarraſſé de prouver ce retréciſſement par un enchainement de diſtances priſes également ſur terre & ſur mer,* *Meſur. conject. des deg. de l'équat.* *Rép. à M. Simonin.*

& qui embraſſeroient toute la circonférence de la terre ſur les paralléles. Un concours unanime d'un très-grand nombre de routes & d'eſtimes diſtinctes, & qui ne peuvent être concertées, ni dirigées par le hazard à faire toujours tomber l'erreur du même côté, eſt une preuve d'une autorité très-forte.

La ſeconde raiſon de M. d'Anville ſe déduit des longitudes déterminées pour la poſition des deux villes de Manille & de Lima, ſituées aux deux extrémités de la mer du Sud, qui embraſſe plus de la moitié de la circonférence de la Terre ſur l'Equateur même ou ſur les plus grands paralléles. Les déterminations Aſtronomiques pour la poſition de ces deux villes mettent entr'elles plus de 164. degrés de l'Equateur, en ſuppoſant la Terre ſphérique ; au lieu que toutes les routes des navigateurs de la mer du Sud, partis en différents tems & de différents ports, calculées en toiſes, & réduites en degrés de l'Equateur, dans la même ſuppoſition de la Terre ſphérique, s'accordent conſtamment à ne monter au plus qu'à 154. degrés & demi de longitude entre Manille & Lima : ce qui démontre combien il s'en faut que ces degrés ne répondent à une ſphére, & à plus forte raiſon, à un ſphéroïde réhauſſé ſur l'E-

quateur ; ou ce qui revient au même, quel eſt le retréciſſement réel de la figure de la terre dans ſon Equateur & ſes plus grands paralléles. Et ce qui paroit tout à fait déciſif, c'eſt qu'il y a la même impoſſibilité de remplir en longitudes terreſtres les déterminations aſtronomiques des poſitions de Pekin, de Siam, de Batavia; déterminations aſtronomiques faites par d'habiles Mathématiciens, avec ſoin, & avec les inſtruments convenables. M. d'Anville inſiſte ſurtout ſur une obſervation faite par le P. Gaubil d'une éclipſe d'un ſatellite de Jupiter, qui ſe trouv immédiate avec la même obſervation faite à l'Obſervatoire de Paris, & dont il réſulte pour la poſition de Pekin une détermination qui ne differe que d'environ deux cinquiémes de degré de longitude, de la détermination adoptée précédemment, & qui avoit été ſimplement concluë ſur les tables des révolutions des ſatellites. Or il s'en faudroit plus de quatre ou cinq degrés que la diſtance réelle de Paris à Pekin ne remplît l'éloignement qu'exigeroit cette détermination du P. Gaubil, en l'appliquant à une ſphére. M. d'Anville ajoute que les païs qui reſſerrent la meſure de la mer Méditerranée ont contribué plus qu'aucune autre partie de la terre à lui

perſuader le retréciſſement du ſphéroïde terreſtre ſur les paralléles. Son opinion eſt que du concours des meſures itinéraires on peut conclure avec certitude que l'axe des méridiens excéde beaucoup le diamétre de l'équateur, & que leur différence eſt telle qu'il ne s'y agit pas moins que d'environ treize cents mille toiſes à rabattre de l'hypothéſe de la terre ſphérique, & beaucoup plus de la meſure qui réſulteroit d'un ſphéroïde applati.

Ce qui me ſurprend dans cette queſtion, c'eſt de trouver d'auſſi habiles Géométres ſi oppoſés dans des opérations mathématiques, & ſi réunis ſur un principe, dont la fauſſeté eſt aiſée à appercevoir. Je ne m'arrêterai pas à une objection contenuë dans les mémoires de Trévoux : *Que la terre étant ſphérique en gros, & n'étant rien moins que cela en détail, à cauſe des pentes diverſement orientées des terres & des mers, il peut ſe trouver des morceaux de terre, grands comme la Lapponie, comme la France, comme la Tartarie, qui ſe rapportent dans leur poſition enfoncée ou relevée, ou entre-deux, les uns à une terre allongée, les autres à une terre accourcie, & d'autres à une terre ſphérique.* Ces irrégularités de la ſurface ne ſeroient pas à conſidérer par rapport

Trév. Août 1740.

à la courbe du ſphéroïde, ſi elle donnoit quelque priſe à des meſures géométriques. Les triangles ont été réduits de part & d'autre au plan de l'horizon & au niveau des différentes mers ; ainſi les meſures qui ont été priſes n'ont point été dérangées par des irrégularités fortuites. Mais dans un ſphéroïde allongé, il eſt certain que la courbure décroit depuis l'équateur juſqu'au pôle. Un œuf, une olive, un fuſeau, ont-ils autant de convexité qu'un globe ? le degré, vers le pôle, approche donc davantage de la ligne droite ; il eſt par conſéquent plus long ; & c'eſt à la concluſion de M. Caſſini que ſe rapportent les meſures priſes au Nord.

Lorſqu'un vaiſſeau s'éloigne, perſonne n'ignore que la rondeur de la terre le dérobe bientôt à la vûë du ſpectateur qui demeure ſur le rivage. L'eſpace dans lequel s'exerce la vûë, eſt terminé par le plan de l'horizon, c'eſt à dire, par un plan qui touche la terre à l'endroit où eſt le ſpectateur. Tout ce qui eſt au deſſous de ce plan, eſt caché (1) *pour lui. Si la terre étoit* (2) *ab-* *Examen déſintér. de la fig. de la terr.*

(1) Super omnia eſt Mundi convexitas, terrarumque globi differentia, eodem ſidere alio tempore aliis ſe aperiente gentibus. *Plin. lib. 18. c. 25.*

(2) Quòd ſi plana eſſet Terra, ſimul omnia apparerent cunctis, nocteſque non fierent inæquales. *Id. lib. 2. c. 70.*

ſolument platte, le vaiſſeau ne ſortiroit point du plan de l'horizon. Si au contraire la terre étoit plus courbe qu'elle ne l'eſt, le vaiſſeau diſparoitroit plutôt, parce qu'une terre plus courbe s'abaiſſeroit plutôt au-deſſous du plan qui la toucheroit. Concevons un mât ſi élevé qu'il ne diſparût entiérement qu'après que la terre ou le vaiſſeau ſe ſeroient abaiſſés d'un degré au-deſſous de l'horizon du ſpectateur: il eſt clair que l'extrémité de ce mât diſparoîtroit plutôt, c'eſt-à-dire, après avoir fait moins de chemin ſur une mer plus courbe, qu'il ne feroit s'il navigeoit ſur une mer plus applatie. On auroit donc parcouru plutôt un degré ſur une terre plus courbe. Si donc en quelques endroits la terre ſe trouve plus courbe, & dans d'autres plus applatie, on aura plutôt parcouru un degré dans ceux-là & plus tard dans ceux ci: c'eſt-à-dire, que les degrés ſeront plus courts dans les endroits où la terre ſera plus courbe, & plus longs dans ceux où elle ſera plus applatie. Ces principes ſont reconnus de part & d'autre, & ne peuvent être conteſtés: mais comment M. Caſſini convient-il avec M. de Maupertuis que ſi les degrés ſont plus grands vers le Nord que vers l'équateur, la terre eſt applatie aux pôles? Il eſt évident, au contraire, que les degrés ſeront plus longs vers les pôles que

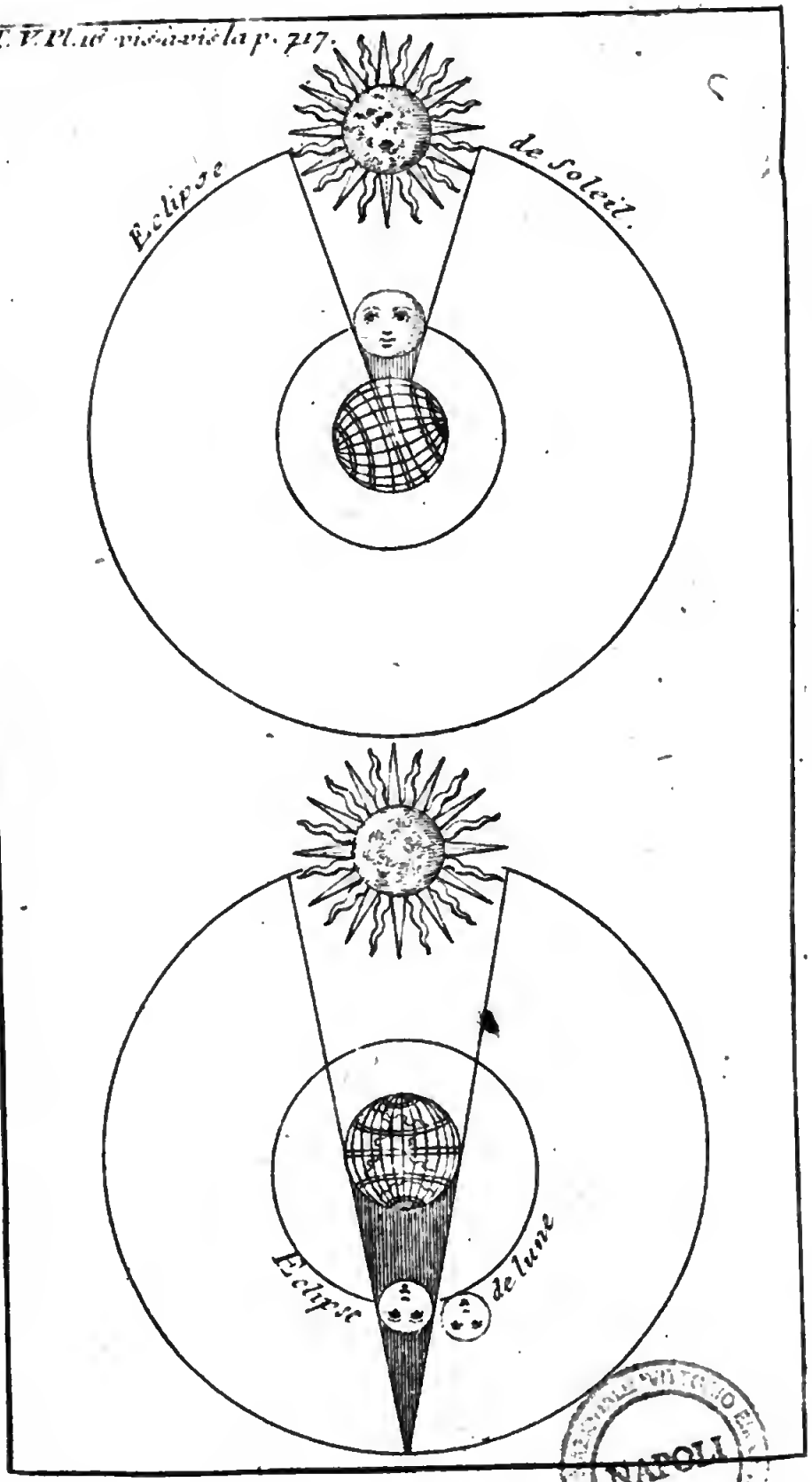
vers l'équateur dans un ſphéroïde allongé. Son nom même de ſphéroïde oblong fait entendre que la ſphéricité y eſt diminuée, & que par conſéquent la longueur de ces degrés augmente. C'eſt dans le ſphéroïde applati que les degrés pourroient être plus petits du côté du Nord, parce que la rondeur y augmenteroit juſqu'à un certain point, après lequel l'allongement deviendroit tel tout d'un coup, qu'il ne ſeroit plus ſuſceptible d'augmentation; mais un accroiſſement ſucceſſif de degrés du côté du Nord démontreroit un ſphéroïde allongé. A la vérité, un ſphéroïde pourroit être tel que ſa courbure augmenteroit à ſes extrémités; & il tiendroit alors davantage de l'ellipſoïde; mais ce ſeroit une néceſſité que pareillement ſur cet ellipſoïde, les degrés allaſſent en augmentant depuis l'équateur juſqu'au commencement de cette courbure, qui ne pourroit être que fort au-delà du cercle polaire & preſque ſous le pôle; à moins qu'on ne ſuppoſât une figure ſi bizarre, que l'équateur & les paralléles, qui en ſont les plus proches, fuſſent les plus petits cercles.

Il ne faut, au reſte, que quelques réflexions, pour connoître que la terre ne peut avoir la figure du ſphéroïde applati de Huguens & de Newton. Cette fi-

gure exigeroit quatre angles dans chaque méridien de même que dans un tambour, dans une meule de moulin, & dans tout cylindre. Les mers auroient d'épouvantables cataractes ; les loix de la ſtatique ſont incompatibles avec ces angles : & ſi l'on s'arrêtoit à la formation chimérique de la figure de la terre, comme d'une pâte molle par les loix du mouvement, il ſeroit fort contraire à cette hypothéſe, qu'il fût reſté des angles à la forme de la terre.

On attend le réſultat de l'opération de MM. les Académiciens envoiés à l'équateur. Je ſouhaiterois qu'ils euſſent meſuré des degrés de différents paralléles à quelques diſtances plutôt que des degrés du méridien; car ce qu'il y a de plus important dans cette queſtion, ſoit par rapport à la navigation, ſoit par rapport à la géographie, c'eſt de vérifier le retréciſſement de l'équateur & des grands paralléles. Si les degrés du méridien vont en diminuant du côté de l'équateur, par le réſultat des opérations faites auprès de la ligne, c'eſt une confirmation du ſphéroïde allongé. M. Caſſini de Thury s'eſt rangé en dernier lieu au parti de l'augmentation du degré plus ſeptentrional. Tout ſe réunit à prouver la juſteſſe de l'opération du Nord, & la vé-

T. V. Pl. 16 vis-à-vis la p. 217.



NAPOLI

rité du ſentiment de M. Caſſini.

L'explication des éclipſes eſt ſemblable dans touts les ſyſtêmes. Il eſt aiſé de concevoir que l'éclipſe de lune arrive, lorſque la maſſe de la terre ſe trouve interpoſée entre le ſoleil & la lune, & que la lune, étant entrée dans l'ombre de la terre, ne reçoit plus les raïons du ſoleil, unique ſource de ſa lumiére ; & cette éclipſe de lune n'arrive que dans l'oppoſition ou dans la pleine lune. Car il n'y a point de parfaites pleines lunes ; & l'oppoſition de la lune au ſoleil n'eſt jamais diamétrale, à moins que la lune ne ſoit centralement éclipſée. Ex des A lem. c. 2

Le ſoleil s'éclipſe, lorſque le corps épais & ténébreux de la lune, interpoſé entre cet aſtre & la terre, nous empêche de voir le ſoleil : ce qui ne peut arriver que dans le tems de la conjonction de la lune avec le ſoleil, ou dans la nouvelle lune.

La durée totale des plus grandes éclipſes ſolaires eſt de 3. heures & 8. minutes, & la demeure de tout le ſoleil dans l'obſcurité eſt de 9. minutes & 30. ſecondes de tems. La durée des plus grandes éclipſes de lune eſt à peu près de 4. heures, parce que la lune emploie bien moins de tems à paſſer par-deſſous le diamétre du ſoleil, dont le diſque ne Biot c. 1

paroit pas plus grand que le ſien, qu'elle n'en emploie à traverſer l'ombre de la terre, qui a un diamétre trois fois plus grand que le diſque de la lune. La même raiſon fait que l'éclipſe de ſoleil n'arrive pas ſi fréquemment que celle de lune. Touts ceux à qui l'éclipſe ſolaire eſt viſible, ne la voient pas dans le même moment, mais ſucceſſivement, les plus occidentaux les premiers. L'éclipſe de lune eſt univerſelle, & paroit dans le même moment à touts ceux qui peuvent voir la lune, leſquels cependant comptent différentes heures, ſelon que les lieux, où ils ſe trouvent, ſont plus orientaux ou occidentaux.

Il s'en faut bien que les deux aſtres ne ſoient éclipſés à toutes les conjonctions & oppoſitions. La lune qui fait en un mois dans le Zodiaque la même route que la terre en un an, mais dans un cercle beaucoup plus petit, ſe trouve dans un an douze fois nouvelle & douze fois pleine, ou douze fois en conjonction & douze fois en oppoſition avec le ſoleil; mais la lune ne parcourt pas le Zodiaque par une ligne préciſément perpendiculaire à la ligne écliptique, qui eſt la route de la terre; la lune décrit ſon écharpe propre un peu plus contournée, & dont les extrémités s'écartent de cha-

que côté de cinq degrés au-delà des extrémités de la ligne écliptique ; en ſorte néanmoins qu'elle coupe cette ligne en deux endroits nommés les nœuds, qui ſont d'un grand uſage dans l'aſtrologie judiciaire, & auxquels les Aſtrologues ont donné les noms *de tête & de queuë du dragon.*

C'eſt cet écart de la route de la lune à côté de la route de l'écliptique, qui s'appelle ſa latitude, & *ventre du dragon*, en ſorte qu'on dit que la lune a tant de degrés & de minutes de latitude, lorſque ſa route eſt éloignée de la ligne écliptique de tant de degrés & de tant de minutes.

De ces principes il réſulte, que quand les conjonctions ou les oppoſitions arrivent dans le tems que la lune a de la latitude, & qu'elle eſt hors de la ligne écliptique, ſa conjonction n'étant point perpendiculaire, ni ſon oppoſition diamétrale, il n'y a point d'éclipſe ; & l'éclipſe ne peut arriver que lorſque cette conjonction ou cette oppoſition ſe font dans le moment que la lune eſt dans les nœuds, dans leſquels ſa ligne écliptique coupe celle de la terre, parce qu'alors elle ſe trouve ſans latitude, & perpendiculairement ou diamétralement oppoſée à la terre ; & comme la lune ne ſe trou-

ve ordinairement que de ſix mois en ſix mois en conjonction & en oppoſition dans ſes nœuds, c'eſt ce qui fait que communément elle ne s'éclipſe que deux fois l'année, quoique ces éclipſes ſoient quelquefois plus rares ou plus fréquentes.

Quelques auteurs ont écrit que pendant la Paſſion de Jeſus-Chriſt (1), il arriva une éclipſe de ſoleil contraire aux loix de la nature & au cours des aſtres. Les premiers Chrétiens qui ont parlé des ténébres ſurvenuës au tems que N. S. fut crucifié, & qui en ont parlé comme d'un prodige marqué par les regiſtres publics, ont fait voir, qu'au tems de la Paſſion, la lune étant pleine, & en oppoſition, il ne pouvoit y avoir d'éclipſe du ſoleil qui ne fût miraculeuſe. Huet dit que cette éclipſe a été atteſtée par les auteurs Payens, & par les annales des Chinois. Jules Africain, Euſébe, & S. Jérôme

Alnet. quæſt. lib. 2. c. 19. & démonſtr. evang. prop. 8. ſect. 8. & 9.

(1) Supernaturalis illa fuit quæ paſſionem vidit dominicam. Plenilunio accidit totalis, & per trihorium duravit. Dionyſius de illâ, aut naturæ Deus patitur, aut mundi machina corrumpitur. Hinc, dein communicato cum philoſophis conſilio, aram ignoto Deo extruxit, & ad concionem Pauli converſus eſt. Relatam in acta publica Romæ teſtatur Tertullianus in apologetico, ſed ne ſpargeretur, prohibitum. *Joann. Jonſton. thaumatogr. natural. claſſ. 1. c. 5. art. 2.*

ont cité Phlégon affranchi de l'Empereur Adrien, qui a dit qu'en la 4. année (1) de la 202. Olympiade, qui eſt celle de la Paſſion de Jeſus-Chriſt, il y eut une éclipſe de ſoleil la plus grande qu'on eût jamais vûë. Tertullien ſur ce phénoméne miraculeux renvoie les Payens aux archives publiques. Rufin fait tenir un diſcours ſemblable à S. Lucien Prêtre d'Antioche martyriſé en 312. qui dit aux Payens : *Conſultez vos annales, & vous trouverez que lorſque Jeſus-Chriſt ſouffrit ſous Ponce Pilate, le ſoleil ceſſa de paroître.* Les actes publics, dont parlent Tertullien & S. Lucien, étoient apparemment les lettres envoïées par Pilate à Tibére. L'auteur connu ſous le nom de Denys l'Aréopagite dit qu'étant à Heliopolis en Egypte, il remarqua l'éclipſe arrivée au tems de la Paſſion de N. S. qui, ſuivant les régles de l'aſtronomie, ne pouvoit être que ſurnaturelle. Suidas fait dire à S. Denys lui-même, en voïant cette éclipſe, *Il faut que le Dieu inconnu ſouffre.* Thallus auteur ancien qui avoit écrit les hiſtoires Syriaques, eſt pareillement cité par Jules Africain, comme aïant marqué la même éclipſe de ſoleil. Le P.

African. ap. Syncell. Euſeb. & S. Hieronym. in chronic.

Apologet. c. 21.

Lib. 9. c. 6.

Le P. Calmet, ſur S. Matth. c. 27.

Dionyſ. pſeudo-Areopag. epiſt. 7. ad Polyc.

In voc. Διονυσ. ὁ Αρεοπ.

(1) *C'eſt la dixhuitiéme année de l'Empire de Tibére, & la trente-troiſiéme de l'ére Chrétienne vulgaire.*

Doctr. tempor. lib. 12. c. 21. Pétau ne fait aucune difficulté que l'éclipſe marquée par Phlégon ne doive s'entendre des ténébres de la Paſſion. Nonobſtant ces autorités, pluſieurs critiques la révoquent en doute, & ont peu d'égard aux témoignages ſur leſquels elle eſt appuïée. L'évangile en diſant que *Matth. c. 27.* des ténébres ſe répandirent ſur toute la terre, depuis la ſixiéme heure juſqu'à la neuviéme, ne nous oblige à croire autre choſe, ſinon que la Judée fut couverte de ténébres. Origéne a remarqué *In Matth. Homil. 35.* ſur ce paſſage de S. Matthieu, que la Judée eſt ſouvent déſignée dans l'écriture, ſous le nom de toute la terre. Ce ſçavant interprête de l'Ecriture ſainte a cru que les ténébres de la Paſſion furent (1) cauſées par un brouillard épais. *S. Hieronym. in chronic. & comment. in Amos.* S. Jerôme dit que le ſoleil retira ſes raïons. S. Leon en parle à peu près de même. Tillemont fait peu de cas du *S. Leo, Sermon. 10. de paſſ.* paſſage attribué à Denys: & il rapporte celui de Phlégon à un obſcurciſſement *Hiſt. eccleſ. t. 1. p. 473.* miraculeux du ſoleil, mais non à une vé-

(1) *D. Calmet remarque que cette explication des ténébres par un broüillard ne s'accorde pas avec le récit de Phlégon, que les étoiles furent vûës en plein jour. Le ſçavant commentateur préfére l'hypothéſe d'une croute formée ſur le ſoleil, & qui en arrêta les raïons, comme dans les taches obſervées ſur cet aſtre. Diſſert. ſur les tenebr. comment. t. 7.*

ritable éclipſe cauſée par l'interpoſition de la lune entre le ſoleil & la terre. Sur le tremblement arrivé lors de la Paſſion, les commentateurs ne ſont pas moins partagés, les uns aïant cru qu'il fut général dans tout le monde, les autres qu'il fut particulier à la Judée.

Les éclipſes ſont ou totales, ou de partie du corps éclipſé. La lune eſt ſouvent entiérement éclipſée, parceque l'ombre de la terre, où le globe lunaire entre, aïant plus de latitude que ce globe, il s'y plonge entiérement, lorſqu'il eſt en oppoſition diamétrale avec le ſoleil, & il y demeure longtems ſans recevoir aucune lumiére. La lune peut auſſi s'éclipſer entiérement, ſans paſſer par le centre de l'ombre de la terre. Lorſque la lune s'engage peu dans les bords de cette ombre, elle ne perd qu'une partie de ſa lumiére, à proportion qu'elle y entre plus ou moins.

Pour le ſoleil, il eſt rare qu'il ſoit entiérement éclipſé, parce que ſon diamétre apparent étant à peu près égal au diamétre apparent de la lune, il faut pour rendre l'éclipſe totale, que la lune ſe trouve dans ſon périgée, afin que ſon apparence en ſoit aggrandie, & que le ſoleil ſe trouve dans ſon apogée, afin que ſon diſque en paroiſſe diminué, &

que la conjonction ſoit centrale, ou que par les réfractions, par la parallaxe, ou par l'obliquité, elle paroiſſe centrale: alors même l'obſcurciſſement total ne durera que très-peu, & autant ſeulement que ces deux centres ſe trouveront joints. Si l'éclipſe centrale arrive lorſque le ſoleil eſt dans ſon périgée, & la lune dans ſon apogée, l'éclipſe eſt annulaire, le diſque du ſoleil débordant de touts côtés, & on voit un cercle lumineux autour du diſque de la lune.

Pour l'ordinaire l'éclipſe du ſoleil eſt ſeulement de quelque partie; & pour en compter la grandeur, on diviſe ſon diſque en douze doigts, & chaque doigt en ſoixante minutes, & on dit que le ſoleil eſt éclipſé de tant de doigts & de tant de minutes. C'eſt d'une éclipſe de partie du ſoleil qu'il faut entendre ce qui eſt rapporté par Xénophon, que le ſoleil parut en croiſſant & en forme de lune; qu'Agéſilas reçut la triſte nouvelle que la flotte des Lacédémoniens avoit été vaincuë, & que Piſandre qui la commandoit avoit été tué.

Xenoph hiſt. Græc. lib. 4.

Quoique l'éclipſe de lune ſoit centrale, la lune ne devient pas entiérement imperceptible. Il faut diſtinguer deux ſortes d'ombres, une ombre véritable & une pénombre. Suivant les expériences d'op-

tique, l'ombre d'un globe expoſé en plein ſoleil, ſe termine environ à cent neuf diamétres du globe; mais l'ombre véritable ne s'étend qu'à quinze ou ſeize diamétres; tout le reſte n'eſt qu'une pénombre. *Mémoir. de l'Acad. des Scienc. ann. 1723. p. 115.*

La longueur de l'ombre de la terre eſt donc de cent neuf diamétres de la terre, c'eſt-à-dire, environ de trois cents vingt mille lieuës, mais l'ombre véritable de la terre ne s'étend qu'à quinze ou ſeize diamétres de la terre ou environ, c'eſt-à-dire, à quarante-cinq ou quarante-huit mille lieuës: la lune qui eſt beaucoup plus éloignée, & dont la diſtance eſt environ de quatre-vingts-dix mille lieuës, n'eſt jamais pendant les éclipſes que dans la pénombre, où quelques globules des raïons de lumiére pénétrent des deux côtés du cône, à méſure qu'il va en s'étréciſſant.

Rien n'a tant inſtruit les Aſtronomes que les obſervations des éclipſes. Celles du ſoleil les ont convaincus que la lune étoit plus proche de la terre que le ſoleil. Celles de la lune leur ont fait connoître la route qu'elle tenoit, elles leur ont appris que la lune recevoit du ſoleil toute ſa lumiére, que ſon globe étoit beaucoup plus petit que celui de la terre: & comme les autres planétes ne s'é-

éclipſent point dans l'ombre de la terre, ils ont reconnu que puiſque cette ombre n'atteignoit pas la planéte de Mars, elle devoit ſe terminer en pointe, & aller en ſe rétréciſſant depuis ſa baſe; que par conſéquent la terre étoit plus petite que le ſoleil; & que les autres planétes étoient plus éloignées de la terre que la lune, qui eſt quelquefois enveloppée dans l'ombre de la terre. Pline fait un mauvais raiſonnement ſur les éclipſes de ſoleil, lorſqu'il en infére *que le ſoleil* (1) *ne pourroit pas être entiérement éclipſé, ſi la terre étoit plus groſſe que la lune.* Ce

(1) Non poſſet quippè totus ſol adimi terris, intercedente lunâ, ſi terra major eſſet quàm luna. *Plin. lib. 2. c. 11. Le P. Hardoüin, dans cet endroit de ſon commentaire, dit qu'il a vû avec plaiſir la démonſtration que la terre eſt plus groſſe que touts les globes des étoiles & des Planétes, non ſeulement en particulier, mais joints enſemble, excepté le ſoleil ſeul.* Et hanc ſententiam cùm voluptate vidimus aſtronomicè & opticè demonſtratam libro Italicè ſcripto, quo oſtendit D. Joann. Bapt. Hodierna Raguſanus Archipresbyter in Siciliâ anno 1644. terram eſſe majorem non modò ſingulis, ſed ſimul omnibus ſideribus ac ſtellis, uno excepto ſole. *Cependant Jupiter ſeul eſt* 1170. *fois plus gros que la terre; Saturne* 980. *fois: & les plus habiles Aſtronomes ſont d'avis que le diamétre de la Canicule eſt cent fois plus grand que celui du ſoleil, qui eſt cent fois plus grand que le diamétre de la terre.*

n'eſt pas à dire que la lune ſoit égale en grandeur à la terre ; mais le diſque du ſoleil eſt diminué à proportion de la diſtance du ſoleil à la lune.

Il ſeroit à ſouhaiter que les hiſtoriens euſſent marqué avec exactitude les éclipſes arrivées dans les mêmes années, que les événements dont ils parlent ; car les Aſtronomes ſçachant le tems de toutes celles qui ſont arrivées, ſi l'on pouvoit combiner les faits hiſtoriques avec elles, on rectifieroit (1) toutes les chronologies avec plus de juſteſſe. Hérodote, Thucydide & Xénophon n'ont pas négligé les éclipſes arrivées de leur tems. Plutarque fait auſſi mention de quelques éclipſes ſur la foy des autres hiſtoriens.

Cicéron témoigne que les Aſtronomes de ſon tems prédiſoient le tems (2) & la grandeur des éclipſes ; & Pline dit que ces connoiſſances aſtronomiques (3) étoient fort anciennes.

Lorſque Venus paſſe ſous le ſoleil, dans le nœud dont ſa route coupe l'é-

(1) Et luna in omnibus, in tempore ſuo, oſtenſio temporis & ſignum ævi. *Prov. c. 43. v. 6.*

(2) Defectiones ſolis & lunæ cognitæ prædictæque in omne poſterum tempus, quæ, quantæ, quandò futuræ ſint. *Cic. de nat. deor. lib. 2.*

(3) Inventa eſt jam pridem ratio prænuntians horas, non modò dies ac noctes ſolis lunæque defectuum. *Plin. lib. 25. c. 2.*

cliptique, elle ne fait pas, comme la lune, une éclipſe de ſoleil, à cauſe de la petiteſſe de ſon diamétre, dans un auſſi grand éloignement que celui où elle eſt vuë de la terre. Venus paroît alors comme une tache obſcure dans le diſque du ſoleil. Mercure le plus ſouvent ne peut être vû à cauſe de ſes fréquentes conjonctions avec le ſoleil : lorſqu'il paſſe ſous le ſoleil, & qu'il eſt ſans latitude, on le voit dans le diſque du ſoleil, comme une petite tache noire.

Les éclipſes de lune ſe prédiſent par la comparaiſon de ſa latitude avec les demis-diamétres de la lune & de l'ombre du globe terreſtre ajoutés l'un à l'autre ; les éclipſes de ſoleil par la comparaiſon de la latitude de la lune avec les demis-diamétres de la lune & du ſoleil. Les tables aſtronomiques de la Hire donnent une méthode pratique qui eſt fort ſommaire.

Pour l'éclipſe de lune, comptez les lunaiſons complettes depuis celle qui arriva le 8. Janvier 1701. juſqu'à la nouvelle lune qui précéde la pleine lune propoſée. Multipliez ces lunaiſons par 7361. ajoutez au produit 37326. diviſez la ſomme par 43200. le quotient n'eſt point à conſidérer ; mais le reſtant, ou la différence entre ce reſtant & le diviſeur. Si

l'an ou l'autre eſt moindre que 2800. il y aura éclipſe de lune.

Pour l'eclipſe de ſoleil, comptez les lunaiſons complettes depuis le 8. Janvier 1701. juſqu'à la nouvelle lune propoſée. Multipliez ces lunaiſons par 7361. ajoutez au produit 33990. diviſez la ſomme par 43200. Si le reſtant, ou la différence entre ce reſtant & le diviſeur eſt moindre que 4060. il y aura éclipſe de ſoleil.

Plutarque obſerve que du tems de Nicias, on connoiſſoit bien la cauſe des éclipſes de ſoleil par l'interpoſition du corps opaque de la lune, mais qu'on ne pouvoit comprendre par l'oppoſition de quel corps la lune perdoit ſa lumiére. L'ecrit d'Anaxagore, qui expliquoit les diverſes phaſes de la lune & ſes ombres, etoit encore tenu fort ſecret; on ne le communiquoit qu'avec beaucoup de reſerve & de précaution: car le peuple ſoupçonnoit les Phyſiciens de réduire toutes les opérations de la divinité à des cauſes purement naturelles, & à des facultés ſans providence. *Plutarch. in Nic.*

Une éclipſe de ſoleil qui ſurvint pendant une bataille entre les Lydiens & les Médes, épouvanta ſi fort les deux armées, qu'elles ſe ſéparérent, & que le combat finit. Les deux Rois Halyattès & Cyaxare réſolurent de part & d'autre, *Prideaux, hiſt. des Juifs part. 1. liv. 1*

de faire la paix & de prendre des arbitres. Les Lydiens choisirent pour le leur, Siennesis Roi de Cilicie, & les Médes Nabuchodonosor, Roi de Babylone, qu'Hérodote appelle Labynet. Cette éclipse avoit été annoncée par Thalès. Elle arriva le 20. Septembre de la 147. année de l'ére de Nabonassar, la neuviéme année du régne de Joachim Roi de Juda, 601. ans (1) avant l'ére Chrétienne. L'éclipse de lune, qui remplit de fraïeur l'armée des Athéniens commandée par Nicias, a été rapportée au 27. Août de l'an 413. avant J. C. environ l'heure de minuit à Syracuse. L'éclipse, dont Agathoclès sçut tirer avantage pour changer en confiance la consternation répanduë parmi ses soldats, tombe, suivant le calcul de Salien, en l'an du monde 3744. la 310. avant J. C. sous le consulat de C. Junius & de Q. Æmylius, le 25. Août à huit heures & un quart du matin à Syracuse. Ces calculs rétrogrades, comme il a été déja observé, sont sujets aux mêmes incertitudes que les tables astronomiques. Les révolutions des astres ne sont pas connuës avec assez de précision pour qu'il ne s'y glisse pas beau-

Herodot. Clio. Diog. Laërt. in Thal.

Ricciol. Almag. lib. 5. c. 2.

Diod. Sic. lib. 19. Justin. lib. 22.

(1) *Pline rapporte cette éclipse à la 4. année de la 48. Olympiade. Plin. lib. 2. c. 12. Cette date est éloignée de celle de Prideaux de 16. ans.*

coup d'erreurs. Les hypothéſes du mouvement circulaire, ni d'une ellipſe quelconque n'ont pas aſſez de juſteſſe pour la conſtruction des tables. D'un autre côté, les obſervations ne ſont ni aſſez ſures, ni en aſſez grand nombre, pour déterminer par leurs moïens les orbes des planétes, & connoître ſi chaque planéte retourne au même point de ſon orbe & répond à un même lieu dans le ciel. *Peut-on s'aſſurer*, dit M. Caſſini, *que les aſtres ſujets, comme on l'a reconnu, à differentes inégalités, perſévérent toujours dans le même degré de mouvement? Que les orbes qu'ils décrivent, aient toujours conſervé la même figure & la même excentricité? Qu'ils aient toujours été inclinés les uns à l'égard des autres d'une égale quantité?* *Préf. des élém. de l'aſtron.*

Combien cette matiére des éclipſes nous offre-t-elle de monuments des opinions inſenſées des hommes? Les Philoſophes n'en ont pas été exempts. Héraclite repréſentoit le ſoleil & la lune faits en maniére de chaloupe, & il croïoit que les renverſements de la chaloupe cauſoient les éclipſes. Xénophane les attribuoit à l'extinction du ſoleil. *Diog. Laërt. in Heraclit. Euſeb. lib. 15. præp. c. 50.*

Les anciens ſecouroient la lune dans les éclipſes, par un bruit confus de toute ſorte d'inſtruments; ce qui ſe pratique encore aujourd'hui en Perſe & dans le *Plin. lib. 2. c. 12. Tavern. nouvel. relat. du ſerrail.*

roïaume de Tonquin, où l'on s'imagine que la lune combat alors contre un grand dragon, & que le bruit fait lacher priſe au dragon, & le met en fuite. Dans toutes les Indes Orientales, on croit que quand le ſoleil & la lune s'éclipſent, c'eſt qu'un certain démon qui a les griffes fort noires, les étend ſur ces aſtres, dont il veut ſe ſaiſir: & vous voïez pendant ce tems-là les riviéres couvertes de têtes d'Indiens, qui ſe ſont mis dans l'eau juſqu'au col, parce que c'eſt une ſituation très-dévote ſelon eux, & très-propre à obtenir du ſoleil & de la lune, qu'ils ſe défendent bien contre le démon.

Plural. des mond. 2. ſoir.

Un travail de l'aſtronomie, qui n'eſt pas moins honorable à cette ſcience, que la prédiction des éclipſes, c'eſt la maniére exacte, dont la durée du tems a été réglée. De même qu'il y a un tems vrai & un tems moïen dans la révolution journaliére de la terre ſur ſon axe, il y a auſſi un tems vrai & un tems moïen dans les différentes longueurs des années ſolaires, c'eſt-à-dire, dans la révolution annuelle après laquelle la terre revient au même point de l'écliptique. Car quoique ces deux mouvements périodiques de la terre produiſent tout le tems vrai qui ſert à régler touts les autres intervalles, ſoit du tems naturel, comme les

Du tems vrai & du tems moïen.

ſaiſons, les jours & les nuits, ſoit du tems civil, comme les mois, les années, & les cycles, on s'eſt aſſuré néanmoins par la juſteſſe de quelques inſtruments qu'il y avoit des diſtributions de tems plus égales que celles qui réſultent des mouvements de la terre. On a connu trois ſortes de différences entre le tems vrai, qui eſt le mouvement même de la planéte, & le tems moïen qui eſt l'équation ou la diſtribution la plus préciſe & la plus réguliére du tems. On s'eſt apperçu premiérement, que les révolutions journaliéres de la terre ſont inégales; cette planéte emploïant quelquefois un plus de 24. heures, & quelquefois un peu moins à tourner ſur ſon axe. 2. Qu'elle ſéjourne plus longtems dans quelques ſignes que dans d'autres. 3. Qu'elle emploie un peu plus ou un peu moins de tems dans une année que dans une autre à parcourir l'orbite entiére du zodiaque. Cette derniére différence, ou l'inégalité des longueurs d'années va à près de ſept minutes, & s'étend depuis 365. jours, 5. heures, & 45. minutes, juſqu'à 51. minutes & quelques ſecondes. Cette triple inégalité des mouvements de la terre eſt une ſuite du méchaniſme général, & peut ſe rapporter principalement à trois cauſes; la premiére,

que le fluide qui entraine la terre, reçoit quelque augmentation de viteſſe, lorſque ſon paſſage eſt retreſſi par la rencontre des autres planétes ; la ſeconde, que l'orbite parcouruë par le mouvement annuel de la terre eſt une courbe irréguliére ; la troiſiéme, que les degrés ou diviſions du cercle de l'écliptique, ne répondent pas toujours à des degrés égaux de l'équateur. La terre, dans l'hypothéſe nouvelle que j'ai expliquée, parcourt la même route que le ſoleil dans le ſyſtême de Tycho : elle emploie plus ou moins de tems à achever une révolution ſur ſon axe à proportion qu'elle parcourt un degré de l'écliptique, plus long ou plus court. Le tems moïen de cette révolution journaliére, dans l'exacte préciſion eſt de 23. heures, cinquante-ſix minutes, 4. ſecondes, & 6. tierces. Mais ce tems eſt inégal : vers les équinoxes, les degrés de l'écliptique, qui alors a beaucoup plus d'obliquité, ſont plus courts ; ainſi la révolution journaliére eſt accélérée, le tems en eſt moindre que le tems moïen : vers les ſolſtices, les degrés de l'écliptique preſque paralléles à ceux de l'équateur ſont plus longs ; ainſi le tems moïen de la révolution journaliére eſt prolongé ; parce que la terre aïant plus de chemin à faire dans l'écliptique, eſt d'au-

M. Godin, connoiſſ. des tems.

tant détournée de ſa révolution autour de ſon axe. Ces différences du tems moïen excédent de chaque côté une minute. Les jours ne ſont donc (1) pas égaux ; & l'on remarque, par exemple, que les mois de Novembre & de Décembre pris enſemble ſont plus longs d'environ 37. minutes que ceux de Septembre & d'Octobre, quoiqu'il y ait également 61. jours de part & d'autre. *Bion, liv. 2. ch. 10.*

On a conformé le mouvement des horloges à celui de la terre, en ſuivant ſon mouvement moïen ou uniforme, autant qu'on a pu, c'eſt-à-dire, en prenant un milieu entre les inégalités de ſon mouvement. Cette meſure moïenne, qui eſt de 3. minutes, 55. ſecondes, & 54. tierces, s'accorde avec le tems véritable de la révolution de la terre en différents tems de l'année. C'eſt ſur elle que doivent être réglées les horloges. Lorſque la révolution de la terre excéde 23. heures, 56. minutes, 4. ſecondes, & 6. tierces, les horloges paroiſſent avancer ; & elles paroiſſent retarder, quand le tems de cette révolution eſt moindre. On pourra donc, en ſuppoſant une horloge

(1) *Nous entendons ici par un jour, non pas la durée de la clarté du ſoleil ſur l'horiſon, mais le tems que la Terre emploïe à achever ſa révolution ſur ſon axe.*

parfaitement juſte, & réglée ſur le tems moïen, la remettre touts les jours ſur le tems vrai & entiérement conforme au cours de la terre, ou comme on parle vulgairement au cours du ſoleil, lorſque l'on connoîtra ou par les calculs aſtronomiques ou par les tables qui ſont dreſſées pour cela, de combien la révolution de la terre ſur ſon axe eſt plus longue ou plus courte que le tems moïen de 3. minutes, 55. ſecondes, & 54. tierces. Une horloge, qui doit être réglée ſur ce tems moïen, étant remiſe pour plus de préciſion ſur le tems vrai de la révolution de la terre, c'eſt ce qui s'appelle *équation de l'horloge*. Le P. Alexandre a donné une méthode pour conſtruire des horloges à mouvement vrai, qui ſuivront l'inégalité apparente du mouvement de la terre, ſans qu'il ſoit beſoin d'y toucher, & qui par conſéquent, marqueront toujours la véritable heure relative au cours de la terre. C'eſt une perfection de l'horlogerie à laquelle il eſt difficile que l'art arrive, quoique d'habiles ouvriers l'aïent entrepris depuis une vingtaine d'années, & qu'on cite même une pendule à mouvement vrai, qui étoit dans le cabinet de Charles II. Roi d'Eſpagne, vers la fin du dernier ſiécle.

Connoiſſ. des tems.

Trait. génér. des horlog.

Il reſte à ajouter ſur la maniére de ré-

gler ſe tems, que les uns commencent (1) à le compter du méridien, les autres de l'horizon. Parmi ceux qui comptent du méridien, les Aſtronomes, les Arabes, &c. mettent le commencement de la journée à midi, les François & la plupart des nations de l'Europe à minuit. Parmi ceux qui comptent de l'horizon, les uns, comme autrefois les Hébreux & les Aſſyriens, & maintenant encore les habitants des îles de Majorque & de Minorque prennent le commencement du jour à l'Orient ou au lever du ſoleil ſur leur hémiſphére, les autres comme en Italie, en Bohéme, & ailleurs, à l'Occident ou au coucher du ſoleil. C'eſt ce qui fait la différence des heures aſtronomiques, Babyloniennes, & Italiques, qu'on remarque dans quelques cadrans ſolaires. Chez les Juifs, le jour étoit diviſé en quatre parties ou vigiles, la premiére depuis le coucher du ſoleil juſqu'à minuit, la ſeconde depuis minuit juſqu'au lever du ſoleil, la troiſiéme depuis le lever du ſoleil juſqu'à midi, & la qua-

(1) Ipſum diem alii aliter obſervarunt, Babylonii inter duos ſolis exortus; Athenienſes inter duos occaſus; Umbri à meridie in meridiem; vulgus omne à luce ad tenebras; Sacerdotes Romani, & qui diem diffiniere civilem, item Ægyptii & Hipparchus à mediâ nocte in mediam. *Plin. lib. 2. c. 77.*

triéme depuis midi juſqu'au coucher du ſoleil.

Dion, liv. 1. ch. 10. Les deux veilles du jour, depuis le lever du ſoleil juſqu'à ſon coucher, étoient diviſées en douze heures, & celles de la nuit pareillement en douze autres heures. Ces heures n'étoient égales entr'elles, comme les nôtres, qu'aux tems des équinoxes, & dans le reſte du cours de l'année, elles étoient tantôt plus longues & tantôt plus courtes, à proportion que les jours croiſſoient ou diminuoient. Dans le nouveau teſtament, au tems des équinoxes, la troiſiéme heure du jour ſe rapporte à neuf heures du matin, la ſixiéme heure à midi, & la neuviéme à trois heures après midi. Ce qu'il eſt à propos de remarquer, pour entendre les paſſages de la paſſion de N. S. qui diſent qu'il fut mis en croix à la ſixiéme heure, & qu'il mourut à la neuviéme. Cette maniére de compter les heures a donné lieu à l'égliſe de les compter de même, pour partager le tems de la récitation de ſon office.

La nature du tems, ainſi expliquée, fait connoître, d'une maniére évidente, qu'il a été crée avec les aſtres, dont le mouvement lui ſert de meſure; que le paſſé, le préſent, & l'avenir ſont trois portions du tems crée; qu'il n'y a eu

Dieu aucun tems ni paſſé, ni préſent, ni futur, & que la ſeule éternité eſt applicable à l'être infini & immuable.

Suivant le ſentiment de Ptolémée, de Copernic, de Cardan, & d'autres, le ſoleil eſt plus près de la terre, qu'il n'étoit du tems de Ptolémée; & Anaxagore avoit dit anciennement que les aſtres n'étoient plus dans les mêmes régions, où ils avoient commencé de luire; Scaliger & Bodin ont ſoutenu au contraire que, ſi la diſtance du ſoleil étoit variable, il ſeroit impoſſible de prédire les éclipſes avec autant de juſteſſe & de préciſion. On a auſſi remarqué une variation dans le lieu de l'Apogée du ſoleil. Il étoit, il y a deux mille ans, environ au 28. degré des Jumeaux: il eſt préſentement environ au 8. degré de l'écreviſſe, vers le 30. Juin, & le Périgée au même point du Capricorne, vers le 30. Décembre.

Ptolem. lib. 3. ſyntax. Math. c. 4. Copernic. lib. 4. revol. c. 19. Cardan. de ſubtil. lib. 3.

Le Chevalier de Louville a renouvellé l'Opinion de quelques Aſtronomes (1) que l'écliptique s'approche de l'équateur,

Syſtéme du chevalier de Louville ſur l'écliptique.

(1) *Des Cartes avoit dit que l'Equateur s'approche inſenſiblement de l'Ecliptique. Princip. part. 3. c. 156. Plus anciennement Fracaſtor avoit attribué aux Egyptiens cette opinion, qui ne ſe trouve néanmoins dans aucun auteur ancien, que l'Ecliptique avoit été dans le colure des Equinoxes, coupant alors l'Equateur à angles droits, & que le ſoleil ſe levoit au Nord & ſa*

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1716.

par un mouvement lent & réglé qui fait un progrès d'une minute de degré environ en 90. ans.

Il a appuïé ce ſyſtême, ſur ce qu'aïant fait à Marſeille pluſieurs obſervations aſtronomiques, il a trouvé une diminution de vingt minutes dans l'obliquité de l'écliptique, par rapport aux obſervations que Pythéas faiſoit environ deux mille ans auparavant, dans la même ville de Marſeille; car l'ancien aſtronome déterminoit l'obliquité de l'écliptique à 23. degrés, 49. minutes, & 10. ſecondes, au lieu qu'elle eſt préſentement fixée à 23. dégrés, & environ 29. minutes: d'où il ſuit qu'en prenant les obſervations de Pythéas pour ſûres, l'o-

couchoit au Sud. Il remarque auſſi, ſur l'autorité d'Hérodote & de Mela, que les Egyptiens ſe vantoient d'une telle ancienneté, qu'ils avoient vû le ſoleil changer quatre fois d'Orient & d'Occident. Fracaſtor ajoute que depuis Ptolémee *juſqu'au 16. ſiécle, l'Ecliptique s'eſt approchée de l'Equateur de 23. minutes; que l'angle des deux cercles diminuë peu à peu; qu'ils ſe trouveront dans un même plan, après quoi les conſtellations du Nord paſſeront au Sud, & l'Equinoxe du printems ſera dans la balance. Fracaſt. ſect. 3. homocentr. c. 8. Le P. Riccioli traite ces penſées de ſonges de Philoſophes plûtôt que d'opinions philoſophiques.* Quæ quidem deliramenta potiùs ingeniosè ſomniantium, quàm commenta ſobriè philoſophantium quis meritò dixerit. *Riccioli. Almag. novi, t. 1. lib. 3. c. 27.*

bliquité de l'écliptique auroit diminué depuis Pythéas de 20. minutes, c'eſt-à-dire, d'une minute par ſiécle. Et le Chevalier de Louville trouvant l'obliquité de l'écliptique aſſez conſtamment dans ces derniéres années de 23. degrés, 28. minutes, 24. ſecondes, il conclut qu'elle a diminué d'une demie minute à peu près en 50. ans.

Voici d'autres raiſons de ſes conjectures. Selon une ancienne tradition des Egyptiens rapportée par Hérodote, *l'écliptique*, dit le Chevalier de Louville, *avoit été* (1) *autrefois perpendiculaire à l'équateur. Comment cette idée ſera-t-elle tombée dans l'eſprit des Egyptiens ? c'eſt parce qu'ils ont obſervé, pendant une aſſez longue ſuite de ſiécles, que l'obliquité de l'écliptique diminuoit toujours, ou ce qui eſt le même, que l'écliptique ſe rapprochoit toujours de l'équateur ; car ils auront conclu de là que ces deux cercles avoient commencé par ſe couper à angles droits, & ce qu'ils auront conclu, ils l'auront donné pour un fait obſervé, ſoit afin de faire valoir l'antiquité de leur nation, dont on ſçait combien ils étoient jaloux, ſoit par l'amour du merveilleux, ou peut-être que les Grecs auront pris pour un fait conſtant,*

(1) *Ces termes ne ſont conformes ni au texte Grec, ni à la penſée d'Hérodote.*

ce qui ne leur étoit donné que comme une conjecture de ſçavants.

Il y a plus, ajoute le Chevalier de Louville, *Diodore de Sicile dit, que les Chaldéens comptoient quatre cents trois mille ans depuis leurs premiéres obſervations juſqu'à l'entrée d'Alexandre dans Babylone*; & en remontant de là au tems, où l'écliptique auroit dû être perpendiculaire à l'équateur, ſuivant le ſyſtême de la diminution de ſon obliquité d'une minute en 100. ans, Louville trouve trois cents quatre-vingts dix-ſept mille cent cinquante de nos années de trois cents ſoixante-cinq jours & ſix heures, qui ſont celles dont il faut cent pour la diminution d'une minute. Or il prouve que les années Chaldéennes, auſſi-bien que les Egyptiennes n'étoient que de 360. jours, & par conſéquent il en faudra 402942. pour arriver à l'époque de l'écliptique perpendiculaire à l'équateur; ce qui ne différe que de 58. ans de l'époque que donnoient les Chaldéens à leurs premiéres obſervations.

Si le ſyſtême du Chevalier de Louville eſt vrai, l'écliptique viendra dans quarante mille ans à ſe confondre avec l'équateur, ſuppoſé que la terre dure encore. Alors on aura pendant un certain nombre d'années ou même de ſiécles,

un équinoxe perpétuel, tel que l'ont es habitants de Jupiter, dont l'écliptique eſt à peu près confonduë avec ſon équateur ; après quoi l'écliptique paſſera de l'autre côté.

Les raiſons de ce ſyſtême ne paroiſſent pas fort ſolides. La plus apparente eſt fondée ſur la latitude donnée à l'écliptique par l'obſervation de Pythéas ; mais on ſçait le peu de juſteſſe qu'avoient les obſervations des Anciens, dépourvus des inſtruments qui ne ſont en uſage que depuis environ un ſiécle. Pythéas mérite perſonnellement très-peu de confiance, & Strabon le traite de grand menteur. *Strab. lib. 1.* Il ne reſte de cette obſervation de Pythéas que ce qui s'en trouve dans Strabon, & que Strabon dit être tiré d'Hipparque, qui n'en a parlé que par rapport à la géographie. Or les Géographes n'examinent pas les meſures avec autant de préciſion que les Aſtronomes. *Id. lib. 2.*

Aucune obſervation des autres Aſtronomes n'a le même rapport au ſyſtême du Chevalier de Louville. Ptolémée a cru l'obliquité de l'écliptique conſtante, & pour la déterminer, il s'eſt rapporté à Eratoſthéne, ou Hipparque beaucoup plus anciens que lui, & il a fixé cette obliquité à 23. degrés, 51. minutes, 15. ſecondes. Pappus 270. ans après Ptolé- *Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. ann. 1716. p. 295.*

mée, ſous Théodoſe, donne pour une choſe connuë, que l'obliquité de l'écliptique eſt de 23. degrés 30. minutes. Albategni 740. ans après Ptolémée trouve cette obliquité de 23. degrés, 35. minutes, & il la ſuppoſe conſtante. Regiomontan la met de 23. degrés 30. ou 31. minutes. Copernic de 23. degrés, 28. minutes & demie. M. Caſſini l'a fixée en dernier lieu à 23. degrés, 28. minutes & 40. ſecondes.

Elém. d'aſtron.

A l'égard des autorités Egyptiennes & Chaldaïques, elles ne ſont en aucune façon favorables à ce ſyſtême. Les Prêtres Egyptiens dirent à Hérodote, *que durant onze mille trois cents quarante, ans, le ſoleil avoit quatre fois changé* (1) *d'Orient & d'Occident, qu'il s'étoit levé deux fois, où préſentement il ſe couche, & qu'il s'étoit couché deux fois, où nous le voïons lever maintenant; & que néanmoins ce prodige n'avoit apporté aucun changement dans l'Egypte, ſoit à la terre pour la production des fruits, ſoit au fleuve, pour ſes débordements ordinaires, & que les maladies n'en avoient pas été plus*

Herodot. Euterp.

(1) Mandatumque litteris ſervant, dùm Ægyptii ſunt, quater curſus ſuos vertiſſe ſidera, ac ſolem bis occidiſſe unde nunc oritur. *Pomp. Mel. lib. 1. ubi de Ægypto.*

fréquentes;

fréquentes, ni la vie des hommes moins longue.

On ne peut faire quadrer l'hypothéſe de Louville, avec le diſcours des Prêtres Egyptiens, rapporté par Hérodote; ces deux idées n'ont rien de ſemblable. Celle de Louville ſe rapporte à un mouvement réglé de l'écliptique, qui de perpendiculaire qu'elle étoit à l'équateur, la feroit devenir paralléle, & même paſſer de l'autre côté de l'équateur. L'idée des Prêtres Egyptiens s'applique à une révolution du ſoleil fort différente, qui lui avoit fait changer, diſoient-ils, quatre fois d'Orient & d'Occident, s'étant levé deux fois où il ſe couche. La premiére de ces idées a pour objet le chemin que le ſoleil fait dans l'écliptique par ſon mouvement annuel: la ſeconde ſuppoſe quatre révolutions du ſoleil dans ſon mouvement journalier d'Orient en Occident. Si le diſcours des Prêtres Egyptiens eût été fondé ſur des vûës aſtronomiques, ils auroient reconnu que les variations, qu'ils attribuoient au ſoleil, n'auroient pas pû arriver, non-ſeulement ſans cauſer aucun dérangement à la production des fruits, c'eſt-à-dire, au climat, mais encore ſans rendre la poſition de la ſphére tour à tour droite, oblique & paralléle ſous un même Zénith:

car ſuivant la penſée des Egyptiens, il ne s'agiſſoit pas de converſions ſubites de la courſe du ſoleil (ce qui ſe rapporteroit encore moins à l'hypothéſe de Louville) mais de révolutions ſucceſſives de l'Orient & de l'Occident, pour leſquelles il auroit fallu que le mouvement journalier du ſoleil eût paſſé tour à tour par les quatre points cardinaux du monde. D'ailleurs il n'y a aucune proportion des mouvements dans les deux hypothéſes. La révolution ſe faiſant avec la viteſſe que les Prêtres Egyptiens attribuoient aux changements de la courſe du ſoleil, il faudroit que l'écliptique eût achevé en onze mille trois cents quarante ans deux révolutions de l'orbite, dont le quart ne peut être parcouru, ſuivant le Chevalier de Louville, qu'en cinq cents quarante mille ans, & l'une de ces viteſſes ſurpaſſeroit l'autre environ 400. fois. Mais il eſt inutile de s'embarraſſer des conſéquences qui ſuivroient du diſcours des Prêtres Egyptiens : il n'a aucun rapport avec la diminution lente & ſucceſſive attribuée par le Chevalier de Louville à l'obliquité de l'écliptique. L'idée des Prêtres Egyptiens ne leur étoit venuë que du changement des ſaiſons, dans leſquelles leurs fêtes arrivoient, parce que leurs années étoient de 360. jours ſans intercalation.

Quant au calcul de la chronologie Chaldaïque, on ne l'a jamais regardé comme produit par quelque raiſonnement, ou par quelques obſervations. Cicéron le traite de folie, & au lieu de 403000. ans, il rapporte que les Chaldéens comptoient quatre cents ſoixante & douze mille ans depuis le commencement de leurs obſervations aſtronomiques, juſqu'à l'expédition d'Alexandre: Diodore de Sicile, cité par le Chevalier de Louville, fait compter à ces Chaldéens, pour l'intervalle des deux mêmes termes, non pas quatre cents trois mille ans, mais quatre cents ſoixante-treize mille ans, à peu près comme Cicéron; ce qui détruit totalement la prétenduë juſteſſe de rapport, qui paroiſſoit être entre le calcul des Chaldéens, & le calcul du nouveau ſyſtême. Aujourd'hui l'opinion la plus commune des Aſtronomes eſt que l'écliptique a des variations qui ne ſont pas réglées, qu'elle eſt quelquefois un peu plus éloignée, & quelquefois un peu plus proche de l'équateur. C'étoit le ſentiment de Tycho-Brahé. D'autres prennent les variations apparentes de l'écliptique pour un ſimple mouvement de libration.

De divinat. lib. 1.

Diod. Sic. lib. 2.

Un moïen de connoître ſi l'angle de l'écliptique & de l'équateur a une dimi-

nution ſucceſſive régléee, ſeroit de me-
M. de Volt. Elem. ch. 23. ſurer, ſuivant la penſée de M. de Voltaire, l'élévation du pôle de l'endroit où étoit ſituée l'ancienne ville de Syéne. Les Anciens (1) s'accordent à y faire paſſer
Strab. lib. 2. & 17. Steph. in voc. Συήνη. le tropique du cancer. Suivant Strabon, Etienne de Byzance, &c. Syéne étoit placée ſur les confins de l'Ethiopie. Pline marque (2) ſa ſituation ſur la frontiére de l'Ethiopie dans une péninſule de mille pas de circuit, ſur le Nil, vis-à-vis quatre îles, à ſix cents milles de la ſéparation du Nil ou du commencement du Delta. Si l'on y trouve le pôle élevé d'environ 23. degrés & demi, il eſt évident qu'une diminution ſucceſſive de l'écliptique à raiſon de 55. ſecondes par 80. ans n'a pas eu lieu depuis Strabon, c'eſt-à-dire, depuis environ 18. ſiécles; tems plus que ſuffiſant, ſans remonter au Prophéte Ezéchiel, qui a parlé, à la vérité, d'une tour de Syéne; mais qui doit plutôt s'entendre (3) d'une fortification

(1) . . , . . Umbras nunquàm flectente Syene: *Lucan. lib. 2.*

(2) Dictionis Ægypti eſſe incipit à fine Æthiopiæ Syene: ità vocatur peninſula mille paſſuum ambitu, in quâ Ceraſtæ ſunt latere Arabiæ; & ex adverſo inſulæ 4. Philæ, 600. M. paſſuum à Nili fiſſurâ, unde appellari diximus Delta. *Plin. lib. 5. c. 9.*

(3) Daboque terram Ægypti in ſolitudines

que d'un obſervatoire.

La rencontre de l'écliptique & de l'équateur dans un même plan, conduiroit le monde à l'embraſement prédit par les Philoſophes & les Poëtes : mais le progrès de l'écliptique ne doit confondre les deux cercles en un que dans cent quarante mille ans. Jamais prédiction de la fin du monde ne fut ſi éloignée. *Sen. conſol. ad Marciam. Ovid. metam. lib. 1. Lucan. lib. 2.*

Ce mouvement de l'écliptique conſidéré, ſoit comme un mouvement régulier, ſoit comme un mouvement de libration, qui tantôt augmente & tantôt diminuë l'angle de l'interſection de l'écliptique & de l'équateur, eſt dans le ſyſtême de Copernic un cinquiéme mouvement qui ne s'accorde avec aucun des quatre autres : au lieu que dans l'hypothéſe que j'ai propoſée, ce mouvement ne dérange en aucune maniére le paralléliſme de l'axe de la terre ; il ne conſiſte qu'en ce qu'un tropique n'atteint pas ou excéde un peu l'équateur céleſte.

On meſure par la parallaxe la diſtance

gladio diſſipatam à turre Syenes uſque ad terminos Æthiopiæ. *Je changerai le pais d'Egypte en des ſolitudes, après que la guerre l'aura ravagé depuis la tour de Syéne juſqu'aux confins de l'Ethiopie. Ezec. c. 29. v. 10. Ou plûtôt ſuivant les Septante, Théodoret, & S. Jerôme, depuis Migdol juſqu'à Syéne & juſqu'aux frontiéres de l'Ethiopie. D. Calm, comm.*

Uſage de la parallaxe.

des aſtres ; & toute parallaxe en général conſiſte, en ce qu'un même objet vû en même tems de différents lieux, eſt rapporté à des points différents. La parallaxe de la lune eſt l'angle, qui ſe fait au centre de la lune par deux lignes droites tirées de deux endroits différents. La parallaxe horizontale eſt la plus grande de toutes. Plus l'aſtre approche du zénith, plus la parallaxe diminuë, en ſorte que la planéte, qui paſſe par le zénith, n'a aucune parallaxe. Imaginez deux lignes tirées au centre d'une planéte, l'une qui part du centre de la terre, l'autre d'un point quelconque de ſa ſurface où eſt l'obſervateur. Il ſe forme un triangle rectangle, dont un des angles aigus eſt au centre de la planéte, & à pour baſe le demi-diamétre connu de la terre. Cet angle eſt la parallaxe, ou la différence optique qui eſt entre une planéte vuë du centre de la terre ou de ſa ſurface. Si cet angle eſt connu, tout le triangle l'eſt par les régles de la trigonométrie ; & par conſéquent celui de ſes côtés qui eſt la diſtance du centre de la terre à la planéte. La réfraction (1)

(1) *La réfraction fait paroître l'aſtre au-deſſus de l'horizon, quoiqu'il ſoit encore au-deſſous.* Les réfractions horizontales, les plus grandes de toutes, changent aſſez l'apparence du diſ-

éléve l'aſtre ; par un effet contraire, la parallaxe l'abaiſſe. Le raïon viſuel, tiré du point A de la ſurface de la terre à la lune, rapporte la lune au point R du firmament : ſi la lune étoit vuë du centre de la terre, le raïon B P aboutiroit au point P. Ainſi l'arc P R pris dans le firmament eſt la parallaxe de la lune vuë des deux points A & B. Parmi les corps céleſtes, il n'y a que la lune, dont la parallaxe ſoit immédiatement perceptible, ſa proximité donnant une parallaxe environ d'un degré. PL. 3. FIG. 1.

Celle de Mars eſt ſi petite, qu'on a peine à la déterminer par les obſervations les plus exactes. Il faut prendre cette planéte non-ſeulement dans ſon périgée, mais en même tems dans ſon périhélie. La parallaxe qui a pour baſe le demi-diamétre de la terre ne donnant même aucun angle ſenſible dans une auſſi grande diſtance, les Aſtronomes ont cherché cette parallaxe & celle des planétes ſupérieures (1) dans leur ſeconde

que du ſoleil, pour lui donner une forme tout-à-fait elliptique. *Hiſt. de l'Acad. des Sciene. ann.* 1733.

(1) *La ſeconde inégalité des Planétes ne peut donner que les rapports des diſtances, & non pas les diſtances abſoluës, pour leſquelles il faut connoître premiérement la diſtance de la Terre au Soleil.*

inégalité, ou dans la différence (1) optique qui eſt entre une même planéte vuë du ſoleil ou vuë de la terre.

Une ſeconde méthode pour trouver la parallaxe de Mars fut pratiquée en 1672. Caſſini & Richer obſervérent en même tems à Paris & dans l'iſle de Caïenne le rapport de Mars à une étoile. Caſſini pratiqua une troiſiéme méthode, ſur ce fondement qu'un ſeul obſervateur tient lieu de deux placés en deux lieux éloignés, pourvû qu'il puiſſe faire dans une même nuit des obſervations ſéparées par un aſſez grand eſpace de tems. Les obſervations ſéparées par la diſtance des lieux & par l'intervalle du tems ſe ſont accordées à déterminer la parallaxe partiale de Mars à quinze ſecondes, & la totale ou l'horizontale à 25. ſecondes.

Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1706.

Acta erudit. Lipſ. Octob. 1685.

On s'eſt auſſi propoſé de prendre la

(1) *La ſeconde inégalité des Planétes étant bien déterminée, on a la différence du mouvement d'une même planéte vûë en même tems du Soleil & de la Terre. Cette différence, qui eſt optique, eſt donc une Parallaxe compriſe ſous un certain angle toujours plus petit à meſure que la diſtance de la Planéte au Soleil ou à la Terre eſt plus grande, par rapport à la diſtance de la Terre au Soleil. Cette derniére diſtance ou le raïon de l'orbe annuel eſt la baſe de l'angle de la Parallaxe, au lieu que dans la Parallaxe ordinaire, c'eſt le raïon de la Terre qui en eſt la baſe. Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1722.*

parallaxe de Venus. Pour avoir tout à ſouhait, dans la méthode de comparer Venus au ſoleil, & de trouver ſa parallaxe dans le progrès de ſon mouvement, il faudroit que Venus fût en conjonction centrale avec le ſoleil, ce qui n'arrivera qu'en 1762.

La parallaxe d'une planéte donne celle de toutes les autres. Car les parallaxes ſont entr'elles en proportion réciproque des diſtances; & ſuivant la régle de Képler, la diſtance d'une planéte, comme il a été remarqué, fait connoître celle de toutes les autres planétes qui ont un centre commun.

Par la parallaxe de Mars, celle du ſoleil eſt déterminée à neuf ſecondes & demie. Travail glorieux (1) à l'eſprit hu-

(1) *Pline juge bien différemment de ces recherches. Il les appelle fort injuſtement une marque de la méchanceté du cœur humain, qui enflé de quelque petit ſuccès dans les choſes qui ſont à ſa portée, ſe propoſe les entrepriſes les plus téméraires.* Mirum quò procedat improbitas cordis humani, parvulo aliquo invitata ſucceſſu, ſicut in ſuprà dictis occaſionem impudentiæ ratio largitur; auſique divinare ſolis ad terram ſpatia, &c. *Plin. lib. 2. c. 23. Il s'accorde ſi peu avec lui-même qu'il dit ailleurs que les travaux Aſtronomiques dédommagent les hommes de toutes les miſéres de leur condition.* Macti ingenio eſtote, cœli interpretes, rerumque naturæ capaces, argumenti repertores quo deos qui hæc cælabant homineſque viciſtis. Quis enim hæc

main ! D'une petiteſſe preſque imperceptible aux yeux & aux inſtruments, telle que la parallaxe partiale de Mars de 15. ſecondes, il déduit des grandeurs énormes & immenſes. Il en infére la diſtance de Mars d'onze ou douze millions de lieuës dans ſon périgée, la diſtance moïenne du ſoleil de trente-trois millions de lieuës, l'éloignement de Saturne décuple de celui du ſoleil, & la diſtance de toutes les autres planétes à proportion.

Hallei a donné à la parallaxe du ſoleil juſqu'à douze ſecondes & demie ; un Profeſſeur de Coppenhague, depuis peu, l'a fait monter à vingt ſecondes ; la Hire l'a (1) réduite à ſix ſecondes. Le ſentiment de Caſſini, qui la fait de neuf ſecondes & demie, eſt le plus généralement ſuivi, parce qu'il a expliqué la méthode, dont il s'eſt ſervi pour la déterminer. Sur le fondement de cette parallaxe, il a calculé la diſtance moïenne de la terre au ſoleil, ſur le pié de vingt-deux mille demis-diamétres terreſtres.

Mém. de l'Acad. des Scienc. ann. 1727. p. 84.

cernens & ſtatos ſiderum (quoniàm ità placuit appellare) labores, non ſuæ neceſſitati mortalis genitus ignoſcat ? *Plin. lib. 2. c. 12.*

(1) *Suivant l'opinion de la Hire, le ſoleil eſt plus de quatre millions de fois plus gros que le globe de la Terre, & ſa diſtance de plus de cinquante & un millions de lieuës.*

La diſtance de la terre au ſoleil a été encore cherchée par les phaſes de la lune. Dans le moment précis que nous voïons la lune parfaitement demie-pleine, la ligne qui ſépare l'ombre de la lumiére, eſt une ligne droite ; ce qui ne peut être, que le raïon du ſoleil ne faſſe angle droit avec le raïon viſuel, qui va de notre œil à la lune.

Malézieu, Elém. de géométr. liv. 10. p. 165. Kirch. art. magnæ lucis & umbræ, libr. 9.

Soit l'obſervateur ſitué au point B voïant la lune C préciſément demie-pleine, le raïon AC partant du ſoleil A pour illuminer la lune, fait néceſſairement un angle droit avec B C, raïon viſuel de l'obſervateur, autrement la lune lui paroîtroit plus ou moins que demie-pleine. Lors donc que la lune paroiſſant demie-pleine, la ligne qui ſur ſon diſque ſépare l'ombre de la lumiére eſt parfaitement droite, le triangle formé par l'obſervateur & par les deux luminaires eſt rectangle. Meſurez avec un bon inſtrument l'angle CBA, la connoiſſance de cet angle & de l'angle droit, vous donnera la connoiſſance du troiſiéme angle B A C : vous connoiſſez la diſtance de la terre à la lune ; ainſi comme le ſinus de l'angle BAC eſt au côté connu BC, de même le ſinus de l'angle droit BCA eſt au côté BA, diſtance de la terre au ſoleil. L'angle BAC eſt ſi petit, que l'éloignement

PL. 14. FIG. 3.

du ſoleil a paru par cette méthode auſſi grand que par la parallaxe, c'eſt-à-dire, d'environ trente millions de lieuës.

C'eſt encore un objet digne de la curioſité, que l'induſtrie avec laquelle les Aſtronomes ont cherché la diſtance de Jupiter, dans la révolution d'un de ſes ſatellites. Ce calcul eſt fondé auſſi ſur le principe général de la trigonométrie, que dès que l'on connoît dans un triangle deux angles & un côté, ou deux côtés & un angle, on connoît tout le reſte. Il faut ſeulement obſerver que dans le triangle rectangle, l'angle droit ne tient pas lieu d'un des trois termes à connoître.

Il faut ſuppoſer qu'on ſçache le tems qu'un ſatellite de Jupiter emploie à faire ſa révolution autour de cette planéte. PL. 14. FIG. 4. Soit un obſervateur au point D; & le ſatellite B qui emploïe 42. heures à décrire ſon orbite autour de Jupiter A. Obſervez le moment que le ſatellite B eſt éclipſé à votre égard par le corps de Jupiter, c'eſt-à-dire, que les points D, A, B, ſont en une même ligne droite.

Obſervez enſuite le moment, auquel ce même ſatellite par ſon mouvement propre avançant vers E, perdra ſa lumiére, en entrant dans l'ombre que forme le corps de Jupiter au point E, où il inter-

cepte les raïons du ſoleil C, c'eſt-a-dire, le moment où les points C, A, E, ſont dans une même ligne droite.

Puiſque le ſatellite emploïe 42. heures à faire ſon tour, ſçachant le tems qu'il a emploïé depuis B, juſqu'en E, vous ſçaurez la grandeur de l'arc BE. Je ſuppoſe qu'il y ait emploïé ſix heures; l'arc BE ſera la ſeptiéme partie de la circonférence, comme ſix heures ſont la ſeptiéme partie de quarante-deux, tems de la révolution du ſatellite. Ainſi par une des propoſitions de la géométrie élémentaire, vous connoîtrez l'angle CAD, oppoſé par le ſommet à l'angle BAE, que vous venez de meſurer par votre obſervation. Vous meſurerez avec un inſtrument l'angle ADC : donc le troiſiéme angle DCA vous ſera connu, puiſque par une autre propoſition de la géométrie élémentaire, les trois angles dans tout triangle équivalent à deux droits, ou à 180. degrés. Vous connoiſſez d'ailleurs le côté DC, diſtance de la terre au ſoleil; vous connoîtrez donc tout le reſte, c'eſt-à-dire, DA, diſtance de la terre à Jupiter, & même AC, diſtance de Jupiter au ſoleil.

Si l'on avoit toujours procédé par des méthodes auſſi juſtes & auſſi ſolides, on ne trouveroit pas une ſi prodigieuſe diſtance entre les calculs aſtronomiques.

Les anciens Géométres comptoient l'in-

Plin. lib. 2. c. 21. tervalle de la Terre au ſoleil, ſeulement 19. fois plus grand que de la Terre à la lune : Pythagore ne comptoit de la Terre à la lune que cent vingt-ſix mille ſtades ; un eſpace double de la Terre au ſoleil ; le triple de la Terre aux conſtellations du Zodiaque : ſentiment ſuivi par Sulpitius Gallus, qui ſçavoit aſſez d'Aſtronomie pour prédire les éclipſes. Hipparque ne comptoit pour la diſtance de la Terre au ſoleil que 1586. demi-diamétres de la terre. Poſſidonius 1341. Alfragan évaluë la diſtance du ſoleil dans ſon apogée, ou dans la plus grande diſtance de ſon épicycle, à douze cents vingt.

Elém. aſtron. c. 21.

Archiméde & Ptolémée n'ont trouvé que douze cents dix demi-diamétres, ou ſix cents cinq diamétres de la terre, pour toute la diſtance de la terre au ſoleil ; Albatégni, le roi Alphonſe, & Copernic ont encore diminué le calcul de cette diſtance fait par Ptolémée. Et le diamétre de la terre étant de deux mille huit cents ſoixante-cinq lieuës des 25. au degré ou de 2282. toiſes, ces différents calculs roulent aux environs de ſeize cents mille à deux millions de ces lieuës : calculs aſſez communément ſuivis juſqu'après des Cartes, qui évaluoit la diſtance du ſoleil à la Terre ſur le pié de ſix à ſept cents diamétres Terreſtres ; celle de Mercure au ſoleil d'environ deux cents de ces diamé-

Carteſ. princip. part. 3.

tres; la diſtance de Venus de quatre cents; de Mars de neuf cents ou mille ; de Jupiter de trois mille & davantage ; de Saturne de cinq ou ſix mille de ces mêmes diamétres.

Le P. Riccioli ne comptoit encore qu'environ trente-cinq millions de lieuës moïennes pour la diſtance de Saturne au ſoleil. *Ricciol. lib 6. Almag. c. 7.*

Héſiode croïoit (1) que la ſurface de la terre étoit le milieu entre les cieux & les enfers ; & qu'une enclume ſeroit neuf jours & neuf nuits à tomber du ciel ſur la terre, & arriveroit le dixiéme jour : comme auſſi qu'elle emploieroit le même eſpace à tomber de la ſuperficie du globe

(1) Heſiodus altitudinem cœli, & Tartari profunditatem æquis ſpatiis definiens, novem dierum noctiumque lapſu ferream incudem è cœlo dimiſſam, ad terram decimâ pervenire, ſcribit, ac tanto quoque tempore è terræ ſuperficie cadentem ad Tartara ferri. Nos verò non incudis lapſum, ſed continuam potius celeritatem globi ex majore tormento emiſſi huc adhibebimus ; quam ſingulis horæ ſecundis ſcrupulis, ſive arteriæ pulſibus centum circiter hexapedas conficere experimentis compertum eſt, quæ in baliſticis Merſennus memorat ; cùm ſonus eo tempore ad centenas octogenas extendatur. Aio igitur, ſi ex terrâ ad ſolem tantâ illâ celeritate globus continuè feratur, ferè annos 25. eſſe inſumpturum, antequàm iter hoc peragat : ut perindè à jove ad ſolem centum viginti-quinque annis opus habeat, à Saturno ducentis & quinquagintà. *Chriſtian. Hug. Coſmoth. lib. 2.*

terreſtre au fond des enfers. Huguens exprime bien autrement les diſtances des planétes, en diſant que le boulet de canon, qui dans ſa plus grande rapidité parcourt cent toiſes en une ſeconde, & dont la viteſſe eſt comparable à celle du ſon, qui fait en une ſeconde 180. toiſes, que ce boulet, dis-je, mettroit 25. ans à arriver de la terre au ſoleil, cent vingt-cinq ans du ſoleil à Jupiter, & 250. ans du Soleil à Saturne.

Avant l'invention des téleſcopes, on croïoit que l'univers étoit reſſerré dans des bornes beaucoup plus étroites. Pline évaluë le globe terreſtre à la quatre-vingt-ſeiziéme partie de l'étendue de tout l'univers. Alfragan placé les étoiles fixes à la même diſtance que l'apogée de Saturne, & il croit ce ciel éloïgné ſeulement de vingt mille cent dix demi-diamétres de la terre, & c'eſt ſur ce pié là qu'il calcule le circuit de tout l'univers, ou le plus grand cercle de la ſphére univerſelle.

Plin. lib. 2. c. 109.

Elem. aſtron. c. 21.

On s'imaginoit (1) que les étoiles fixes étoient toutes placées dans le ciel étoilé, qu'on appelloit firmament, à égale diſtance de la terre, qui étoit regardée comme le centre du monde; & on ſe fi-

(1) Quin & ratio omnis, & ipſe etiàm ſenſus docet ſtellas omnes ſpheris affixas vehi. *Fracaſt. Homocentr.*

guroit ces étoiles comme autant de cloux d'or, fichés dans une voute azurée.

Moïen emploïé par Huguens, pour trouver la diſtance des étoiles fixes. *Coſmoth. lib.* 2.

Huguens ne pouvant prendre le diamétre des étoiles fixes pour le comparer à celui du ſoleil, parce que les étoiles ne paroiſſent que comme des points lumineux, il imagina de diſpoſer une lunette de ſorte qu'il diminua par ſon moïen le diſque & la lumiére du ſoleil, juſqu'à l'apparence de la canicule, ou d'une autre étoile de la premiére grandeur; faiſant ce raiſonnement également ſolide & ingénieux, que ſi par les régles de la dioptrique, il réduiſoit le diſque du ſoleil à l'apparence de grandeur & de lumiére de la canicule, ce ſeroit comme s'il tranſportoit le ſoleil à la diſtance de cette étoile, en ſuppoſant que la canicule & le ſoleil ſont deux globes égaux en grandeur & en lumiére.

Il ſe ſervit d'un tube de douze piés, où la lumiére ne pouvoit entrer que par un trou ſi petit, qu'il n'excédoit pas la douziéme partie d'une ligne, ou la cent quarante-quatriéme partie d'un poulce : & comparant la petite portion de ſoleil qu'il obſervoit par ce trou du tube, avec la totalité du diſque, il trouva qu'il avoit réduit la grandeur du diſque ſolaire à la cent quatre-vingt-deuxiéme partie. Mais comme l'éclat de ſa lumiére ſurpaſſoit beaucoup en cet état la lumiére de la ca-

nicule, il mit à ce petit trou du tube un verre, qui ſuivant les régles de la dioptrique diminua l'activité & le brillant de la lumiére du ſoleil, de cent cinquante-deux parties. Alors le diſque du ſoleil lui parut entiérement ſemblable à celui de la canicule, & multipliant ces deux nombres de 182. & de 152. l'un par l'autre, il trouva 27664. d'où il tira cette conſéquence, qu'il avoit en quelque maniére tranſporté le ſoleil à une diſtance 27664. fois plus éloignée de nous, en le mettant dans le même point de vûë, où eſt la canicule à notre égard, & que par conſéquent l'éloignement du ſoleil eſt à celui de la canicule comme 1. à 27664. ou (ce qui revient au même) que les étoiles fixes les plus proches de nous & de la premiére grandeur, ſont 27664. fois plus éloignées de la terre que le ſoleil.

Sur ce principe il calcule (1) que ſi un boulet de canon porté continuellement avec toute la viteſſe que nous lui con-

(1) Si viginti-quinque annis opus habeat tormenti bellici globus, continuâ velocitate quantâ exploditur incedens, ut à terrâ ad ſolem perveniret, jam numerus 27664. viciès quinquiès ducendus eſt, atque ita fieret 691600. adeò ut penè ſeptingenta annorum millia inſumpturus ſit globus in tantâ celeritate ſuâ, priuſquàm ad proximas ſtellarum inerrantium perveniat. *Chriſtian. Hug. Coſmoth. lib. 2. p. 137.*

noiſſons, doit emploïer vingt-cinq ans pour arriver au ſoleil, ce même boulet ne pourra arriver qu'en ſix cents quatre-vingt-onze mille ſix cents ans à la plus proche des étoiles fixes : & il croit (1) qu'il y a encore plus loin de ces étoiles de la premiére grandeur aux plus éloignées, qu'il n'y a de diſtance de la terre à la canicule. Ce qui lui fait faire cette réflexion (2) que le plus grand nombre que nous puiſſions repréſenter par nos chiffres, eſt à peine un commencement de l'expreſſion des grandeurs naturelles.

M. Caſſini par ſes obſervations a pouſſé encore plus loin la diſtance des fixes de la premiére grandeur, aïant trouvé que la diſtance de la canicule devoit exceder celle du ſoleil 43700. fois. *Hiſt. de l'Acad. des Scienc. ann. 1717. & Mém. p. 256.*

Mais touts ces calculs portent ſur deux hypothéſes fort incertaines, que chaque étoile eſt un ſoleil au centre d'un tourbillon particulier, & que la canicule eſt de la grandeur du ſoleil de notre tourbillon. Huguens, dans ſon *Coſmotheoros*

(1) Quæſivi verò de proximis tantùm. Cœteræ enim cùm, ut jam diximus, iis ſpatiis in ulteriora cœli recedant, ut non minora ſint deinceps à prioribus ad ſequentes, quàm à ſole ad iſtas, quanta immenſitas ſupereſt ? *Id. loc. citat.*

(2) Etenim ſæpe hæc cogitanti mihi in mentem venit, tantùm in primis numerorum exordiis calculos omnes noſtros verſari. *Id. loc. citat.*

reconnoit que les Aſtronomes n'ont pû découvrir rien de certain ſur la diſtance ni la grandeur des fixes. Les meilleurs téleſcopes ne donnent aucun diamétre apparent aux étoiles ; ils groſſiſſent deux cents fois le globe apparent de Saturne, & ils diminuent l'apparence des fixes. Ainſi ne pouvant obſerver à leur égard ni parallaxe, ni diamétre apparent, il ne reſte aucun moïen de déterminer, autrement que par quelques conjectures, leur grandeur & leur diſtance. Des Philoſophes ont ſoupçonné que le ſoleil étoit une des plus petites étoiles, ou un des plus petits ſoleils. Les étoiles ſont diviſées en ſix claſſes par rapport à leur grandeur apparente à la ſimple vuë. Si l'on ſuppoſe qu'elles ſoient à peu près égales entr'elles, & que leurs diamétres apparents décroiſſent ſuivant la proportion des nombres depuis 6. juſqu'à 1. celles de la 6. grandeur ſeront donc 6. fois plus éloignées de la terre que la canicule: mais celles qu'on ne voit qu'avec des lunettes qui groſſiſſent deux cents fois, ſeront 1200. fois plus éloignées. Il faudra donc pour calculer leur diſtance, multiplier la diſtance de la terre au ſoleil par 43700. ou au moins par 27664. & multiplier encore (1) ce produit (qui eſt la diſtance de la canicule) par 1200.

(1) *Locke dit que quelques Américains, man-*

Le prétendu concert de Pythagore, que ce philoſophe ſe vantoit d'entendre, montre le peu de connoiſſance que les anciens aſtronomes avoient (1) des diſtances des planétes. Du concert de Pythagore. *Cenſor. de die natal. c. 13.*

Eratoſténe décrit ainſi cette gamme céleſte. De la terre à la lune il y a cent vingt-ſix mille ſtades ce qui fait un ton. De la lune à Mercure, il n'y a que la *Ap. Stanl. hiſt. philoſ. part. 8. in Pythag.*

quant de termes pour exprimer les nombres, tomboient bien-tôt dans la confuſion, & montroient les cheveux de leur tête pour exprimer un grand nombre; que les Topinambous, peuple du Breſil, ne connoiſſent les nombres que juſqu'à cinq, & montrent enſuite leurs doigts & les doigts des autres perſonnes qui ſont avec eux. Il dit, au même endroit, que les François ne comptent que par millions de millions, &c. Lock. Eſſ. ſur l'entend. liv. 2. ch. 16. Cependant nos livres d'arithmétique & de mathématiques ſont pleins des mots de bimillions, trimillions, quadrillons, auxquels on peut ajouter ceux de quintillons, ſextillons, ſeptillons, octillons, nonnillons, dixillons, vingtillons, centillons, milliaſſes, bimilliaſſes, millibons, bimillibons, &c. Il eſt facile d'inventer des termes, pour repréſenter nettement touts les nombres, que l'entendement peut jamais ajouter. L'un eſt augmentable à l'infini comme l'autre, & toujours ſans confuſion. Mais nous ne pouvons imaginer ces grandeurs immenſes, quoiqu'elles puiſſent être exprimées en chiffres, tant qu'elles ſont connuës.

(1) *Ariſtote ne trouvoit rien à reprendre aux intervalles des tons fondés ſur les diſtances des planétes; mais il nioit cette harmonie, parce que les corps emportés par un fluide où ils nagent, ne font aucun bruit. Ariſtot. lib. 2. de cœlo, c. 9.*

moitié de cette distance, ou un demi-ton ; de Mercure à Venus un demi-ton ; de Venus (1) au soleil, un ton & demi ; du soleil à Mars, un ton ; de Mars à Jupiter, un demi-ton ; de Jupiter à Saturne un demi-ton ; de Saturne (2) aux étoiles fixes, encore un demi-ton. Ce qui compose en tout depuis la terre jusqu'aux étoiles fixes, la valeur de six tons pour toute l'étenduë de la sphére ; & c'étoit de ces six tons, qu'étoit composé le prétendu concert que Pythagore entendoit. Pline (3) fait monter le nombre des tons à sept, mettant un ton & demi, de Saturne au ciel des étoiles fixes.

Cicéron & Macrobe ont (4) aussi donné

(1) *Pythagore comptoit donc de la Terre au Soleil trois tons & demi, quatre cents quarante & un mille stades, διὰ πέντε.*

(2) *Pythagore comptoit du soleil aux étoiles deux tons & demi, διὰ τεσσάρων.*

(3) Pythagoras ex musicâ ratione appellat tonum, quantùm abest à terrâ luna : ab eâ ad Mercurium, spatii ejus dimidium : & ab eo ad Venerem ferè tantumdem : à quâ ad solem sesquiplum : à sole ad Martem tonum, id est quantùm ad lunam à terrâ : ab eo ad Jovem dimidium, ab eo ad Saturnum dimidium, & inde sesquiplum ad signiferum : ità septem tonos effici, quam διὰ πασῶν harmoniam vocant, hoc est universitatem concentûs. *Plin. lib. 2. c. 22.*

(4) Qui intervallis disjunctus imparibus, sed tamen pro ratâ parte ratione disjunctis, impulsu & motu ipsorum orbium efficitur, & acuta gravibus temperans, varios æquabiliter con-

une étenduë des ſept tons à l'harmonie de ce concert. *De ſi grands mouvements*, dit Cicéron, *ne peuvent ſe paſſer dans le ſilence, & il eſt naturel que les extrémités aïent des ſons graves & aigus. Le ciel des étoiles fixes doit donc, par un mouvement très-rapide, exécuter le deſſus, tandis que la lune ſuit la meſure lente d'une baſſe. Cette origine céleſte de la Muſique a éclairé les ſçavants hommes, qui par la muſique inventée & introduite parmi nous, ſe ſont élevés juſqu'aux cieux.* Cicéron ajoute que ce nombre de ſept tons eſt la clef de toutes les choſes naturelles.

Agrippa, qui ne ſçavoit pas plus d'aſtronomie que les anciens, a embraſſé la même opinion de la muſique céleſte, fondée ſur les mêmes conſonances, & les mêmes mouvements & diſtances des planétes. Mais l'aſtronomie du dernier ſié-

Philoſ. occult. lib. 2. c. 26.

centus efficit. Nec enim ſilentio tanti motus incitari poſſunt : & natura fert, ut extrema ex alterâ parte graviter, ex alterâ autem acutè ſonent. Quam ob cauſam ſummus ille cœli ſtellifer curſus, cujus converſio eſt concitatior, acutè excitato movetur ſono, graviſſimo autem hic lunaris & infimus. Nam terra nona immobilis manens imâ ſede, ſemper hæret complexa mundi medium locum. Illi autem octo curſus, in quibus eadem vis eſt modorum, ſeptem efficiunt diſtinctos intervallis ſonos ; qui numerus rerum omnium ferè nodus eſt ; quod docti homines nervis imirati atque cantibus, aperuerunt ſibi reditum in hunc locum.

Macrob. in ſomm. Scipion. lib. 2. c. 1.

cle, par les changements qu'elle a faits aux rapports d'éloignement & de groſſeur entre les planétes, a interverti tout l'ordre du concert, ou plûtôt en a anéanti juſqu'à l'idée. La Gréce entiére ſe récria comme ſur le Paradoxe le plus étrange, lorſqu'Anaxagore eût avancé que le ſoleil n'étoit pas moins grand que le Péloponnéſe.

Les calculs de l'aſtronomie ſont fondés ſur des régles d'optique fort certaines. Mais l'application de ces régles n'eſt pas ſans incertitude, par les variations qui peuvent arriver dans les grandeurs apparentes des globes céleſtes.

Théatre du monde, du P. Bouſſigault.

Sur le ſommet du Pic de Ténériffe, le ſoleil, dit-on, ne paroît guéres plus grand qu'une étoile. Si le fait eſt vrai, comme il eſt très-probable par les diverſités connues dans les tranſparences de l'air, les grandeurs apparentes des planétes & des fixes n'y ſont pas diminuées à proportion de l'apparence du diſque ſolaire. Je ſuppoſe des aſtronomes dans un obſervatoire placé ſur le ſommet de cette montagne; toutes les diſtances des planétes & des fixes, toutes les groſſeurs de ces globes, toute la forme de l'univers, & l'arrangement entier des cieux recevroient de prodigieux changements par leurs nouvelles obſervations.

Fin du cinquiéme Tome.

Planche 1

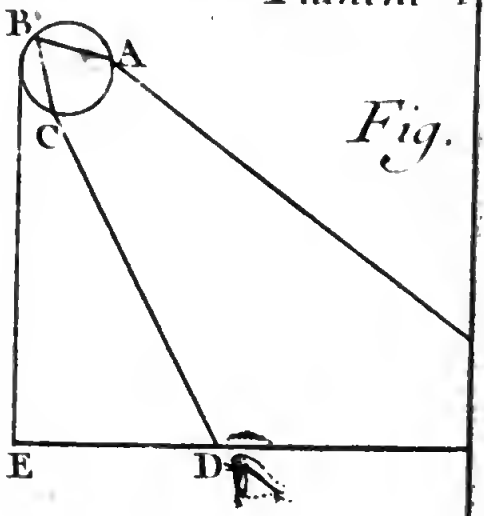


Fig.

Fig. 5.

Fig. 7.

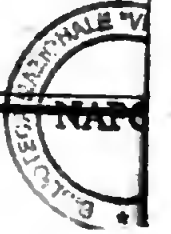
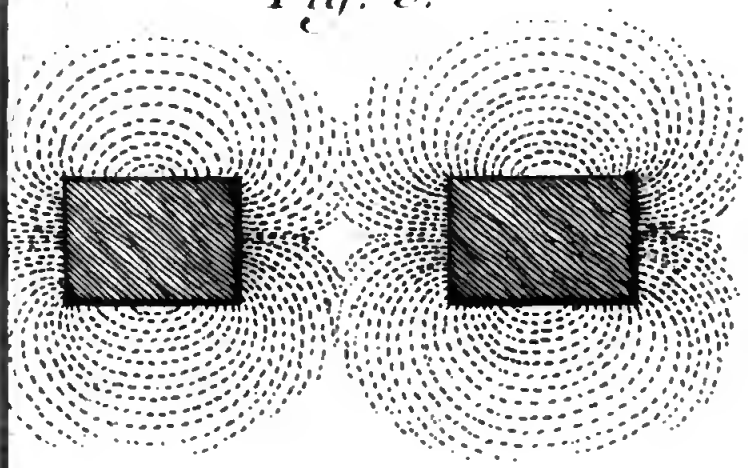


Planche 2. a la fin du T. V.

Fig. 3.



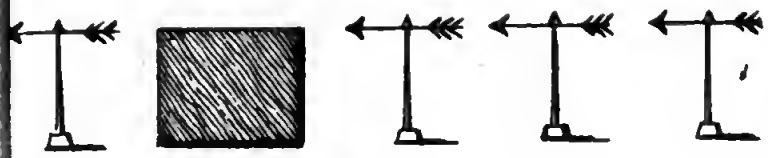
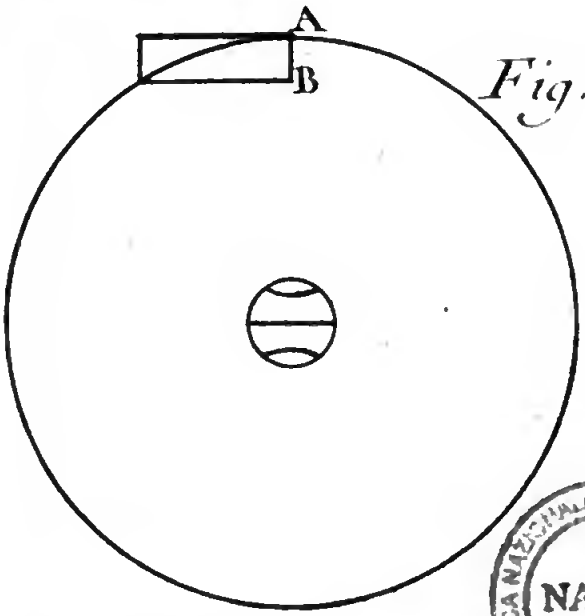


Fig. 7.



NAPOLI

Pl. 3. à la fin du To. V.

Fig. 1.

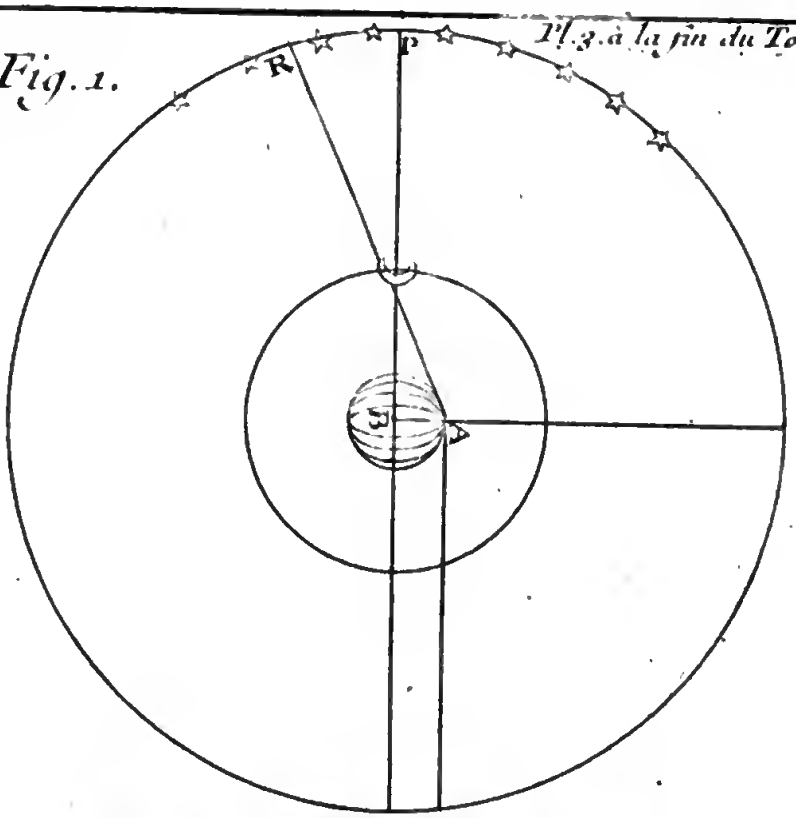
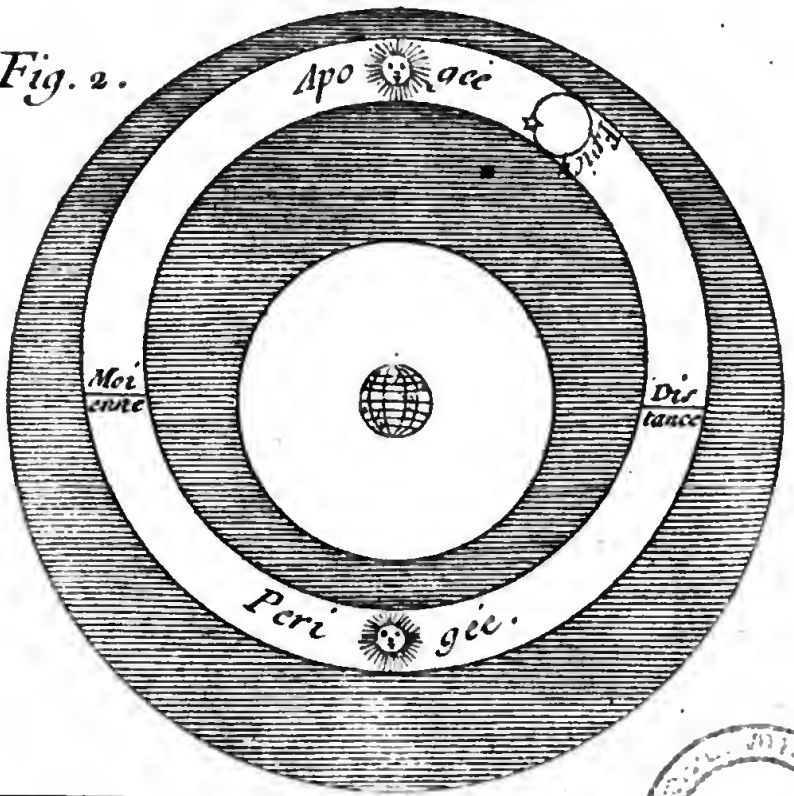


Fig. 2.



NAPOLI

fig. 1.

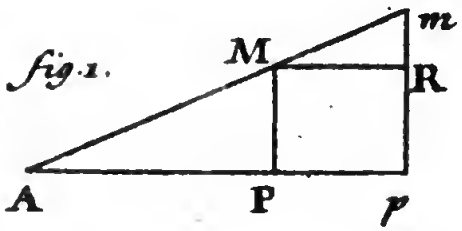


fig. 2

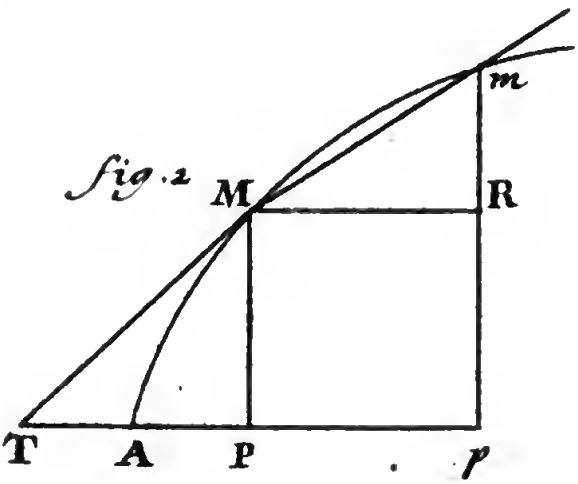


fig. 3.

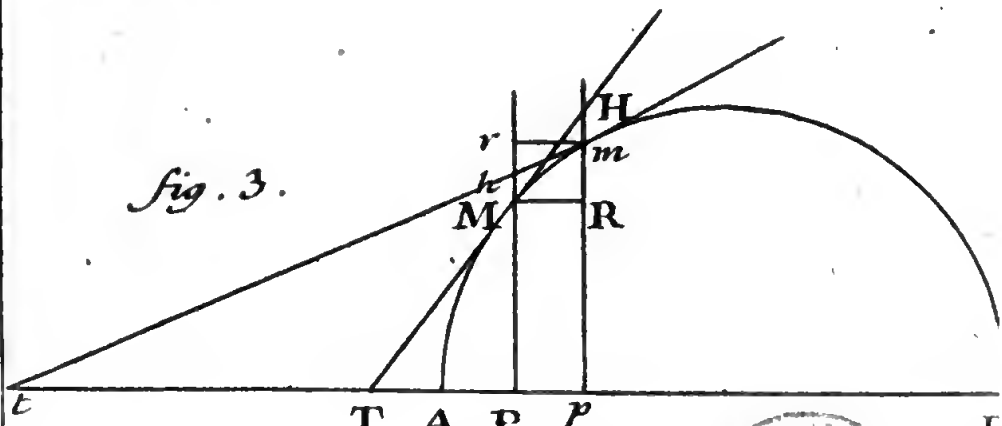


fig. 4.

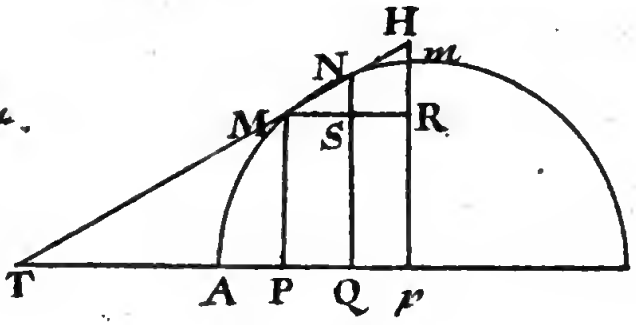


fig. 5.

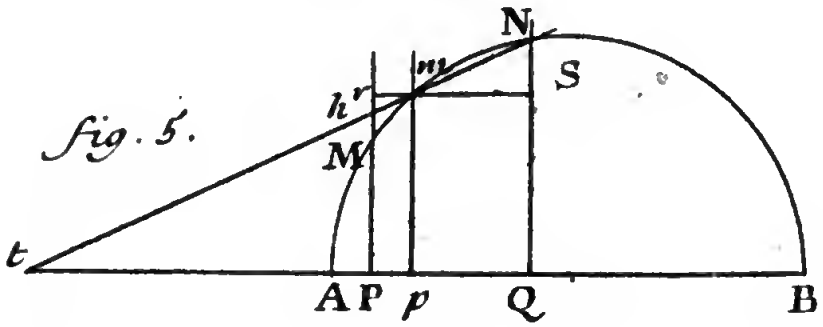
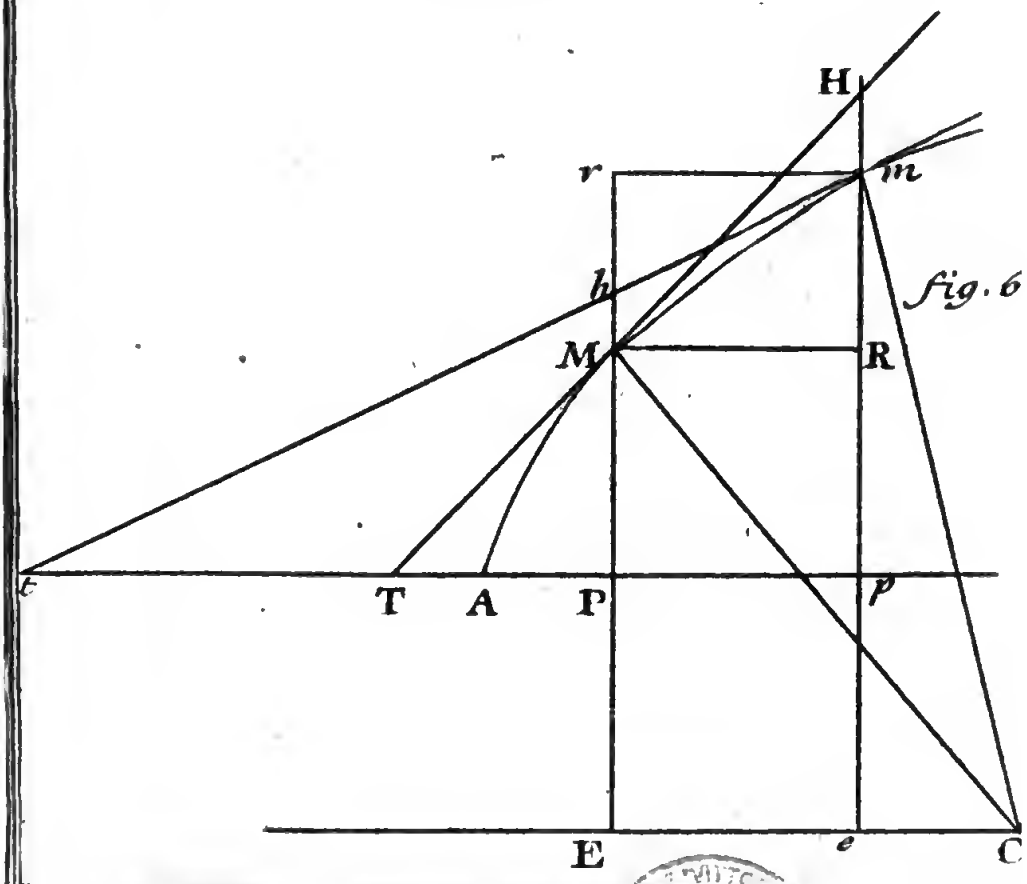


fig. 6



NAPOLI

Planche 12. a la fin du T. V.

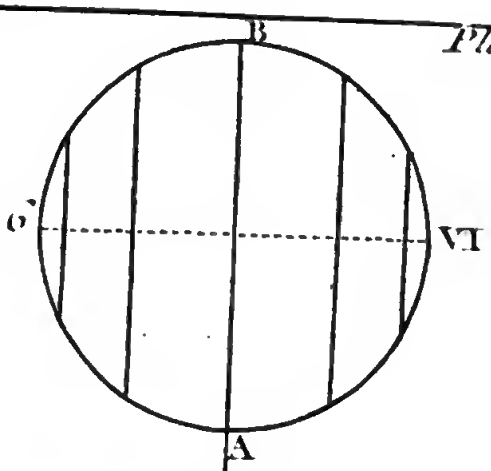


Fig. 2.

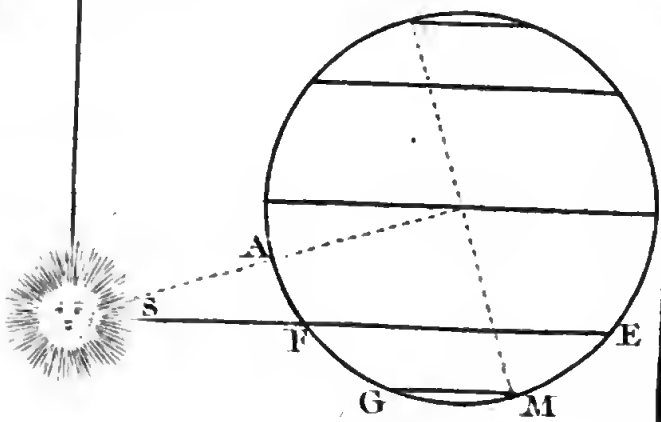
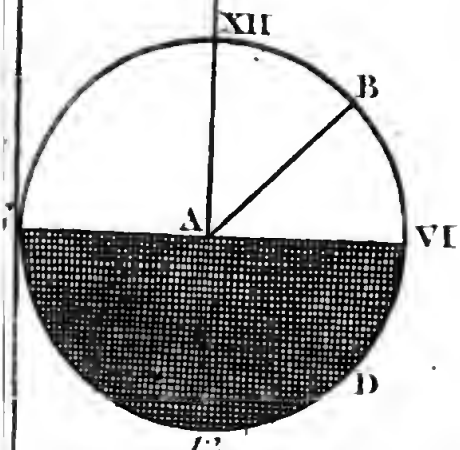


Fig. 1.



NAPOLI

Pl. 13. à la fin du To. V.

Fig. 1.

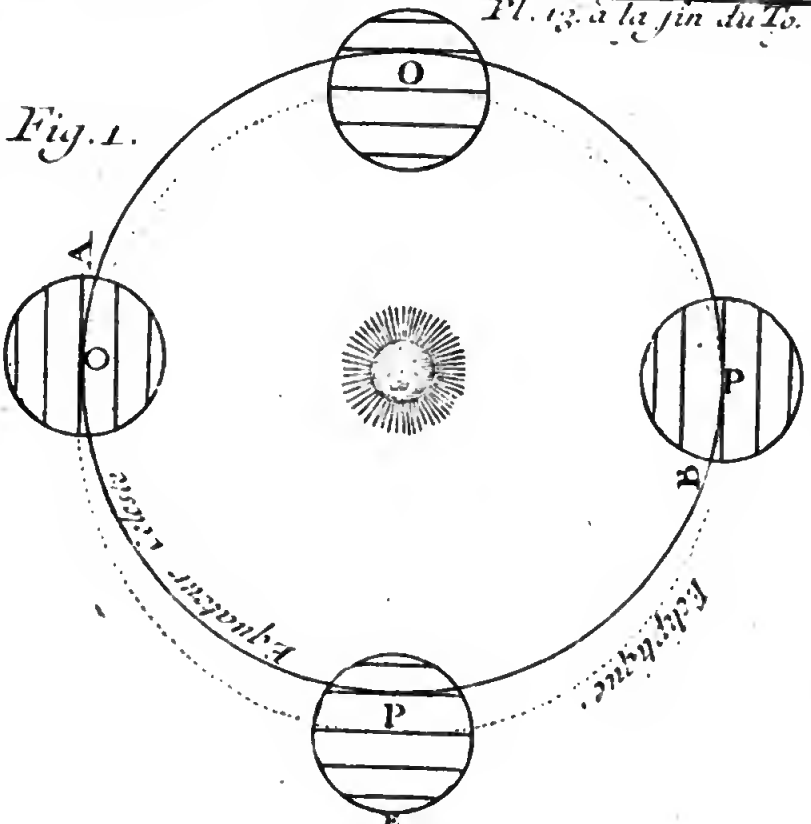
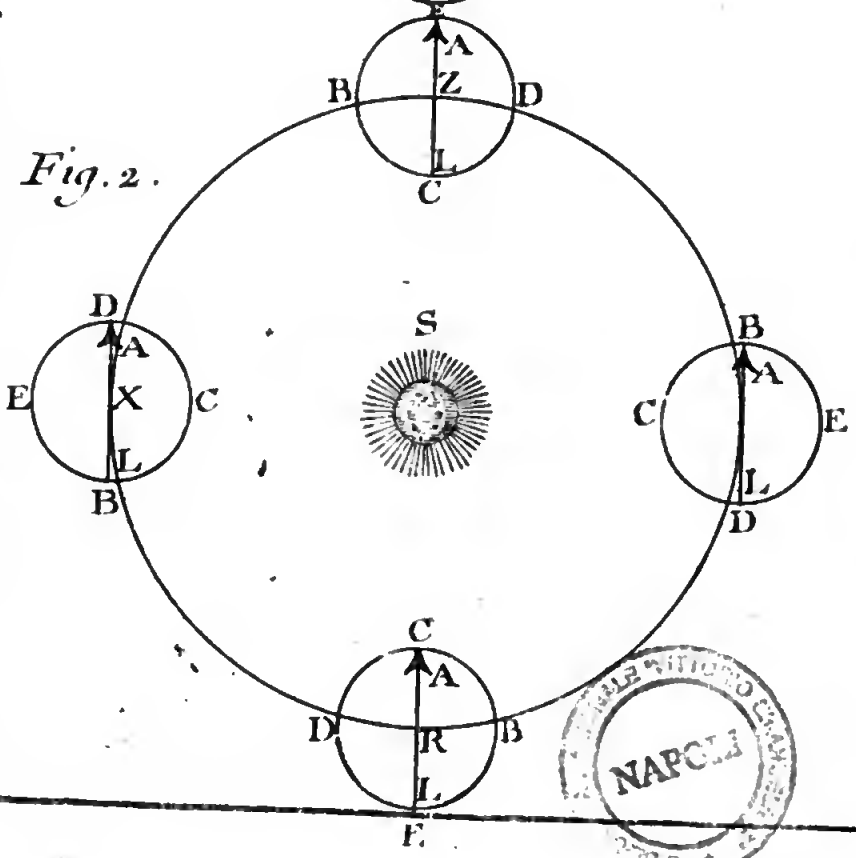
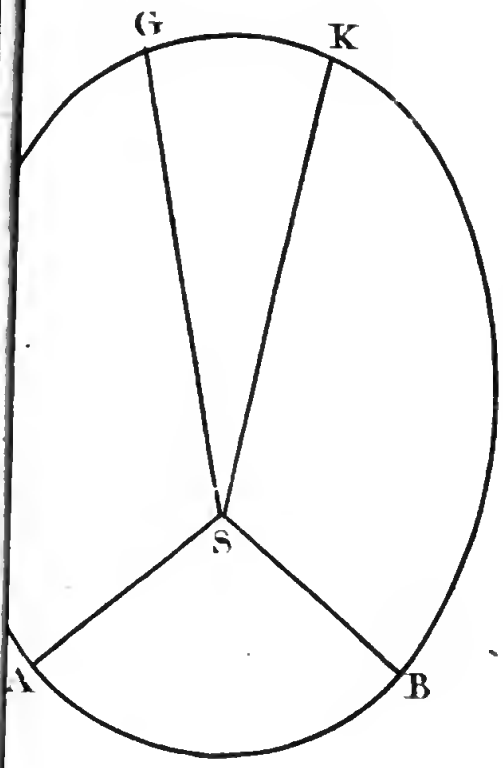


Fig. 2.



NAPOLI

Planche 14. a la fin du To. V.



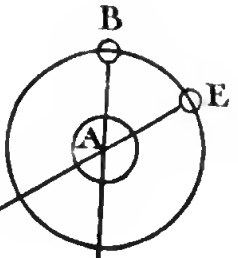


Fig. 4.

NAPOLI